

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Vytautas BIELINSKAS

MIESTO APLEISTŲ TERITORIJŲ
PASKIRTIES KEITIMO SCENARIJŲ
VERTINIMAS DAUGIARODIKLIAIS
SPRENDIMŲ PRIĖMIMO METODAIS

DAKTARO DISERTACIJA

TECHNOLOGIJOS MOKSLAI,
STATYBOS INŽINERIJA (02T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2019

Disertacija rengta 2014–2019 metais Vilniaus Gedimino technikos universitete.

Vadovas

prof. dr. Marija BURINSKIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo taryba:

Pirmininkas

prof. habil. dr. Leonas USTINOVIČIUS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T).

Nariai:

prof. dr. Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, statybos inžinerija – 02T),

doc. dr. Rasa APANAIVIČIENĖ (Kauno technologijos universitetas, statybos inžinerija – 02T),

prof. habil. dr. Joanicjusz NAZARKO (Balstogės technologijos universitetas, Lenkija, vadyba – 03S),

doc. dr. Gintaras STAUSKIS (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, menotyra – 03H).

Disertacija bus ginama viešame Statybos inžinerijos mokslo krypties disertacijos gynimo tarybos posėdyje **2019 m. vasario 8 d. 13 val.** Vilniaus Gedimino technikos universiteto senato posėdžių salėje.

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva.

Tel.: (8 5) 274 4956; faksas (8 5) 270 0112; el. paštas doktor@vgtu.lt

Pranešimai apie numatomą ginti disertaciją išsiųsti 2019 m. sausio 7 d.

Disertaciją galima peržiūrėti VGTU talpykloje <http://dspace.vgtu.lt> ir Vilniaus Gedimino technikos universiteto bibliotekoje (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lietuva).

VGTU leidyklos TECHNIKA 2019-001-M mokslo literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

ISBN 978-609-476-127-0

© VGTU leidykla TECHNIKA, 2019

© Vytautas Bielinškas, 2019

vytautas.bielinskas@vgtu.lt

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Vytautas BIELINSKAS

**EVALUATION OF SCENARIOS FOR
CHANGES IN THE PURPOSE OF URBAN
BROWNFIELDS APPLYING
MULTI-ATTRIBUTE DECISION MAKING
METHODS**

DOCTORAL DISSERTATION

TECHNOLOGICAL SCIENCES,
CIVIL ENGINEERING (02T)



LEIDYKLA
Vilnius TECHNIKA 2019

Doctoral dissertation was prepared at Vilnius Gediminas Technical University in 2014–2019.

Supervisor

Prof. Dr Marija BURINSKIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

The Dissertation Defence Council of Scientific Field of Civil Engineering of Vilnius Gediminas Technical University:

Chairman

Prof. Dr Habil. Leonas USTINOVIČIUS (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T).

Members:

Prof. Dr Jurgita ANTUCHEVIČIENĖ (Vilnius Gediminas Technical University, Civil Engineering – 02T),

Assoc. Prof. Dr Rasa APANAIVIČIENĖ (Kaunas University of Technology, Civil Engineering – 02T),

Prof. Dr Habil. Joanicjusz NAZARKO (Bialystok University of Technology, Poland, Management – 03S),

Assoc. Prof. Dr Gintaras STAUSKIS (Vilnius Gediminas Technical University, History and Theory of Arts – 03H).

The dissertation will be defended at the public meeting of the Dissertation Defence Council of Civil Engineering in the Senate Hall of Vilnius Gediminas Technical University at **1 p. m. on 8 February 2019.**

Address: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania.

Tel.: +370 5 274 4956; fax +370 5 270 0112; e-mail: doktor@vgtu.lt

A notification on the intend defending of the dissertation was send on 7 January 2019.

A copy of the doctoral dissertation is available for review at VGTU repository <http://dspace.vgtu.lt> and at the Library of Vilnius Gediminas Technical University (Saulėtekio al. 14, LT-10223 Vilnius, Lithuania).

Reziumė

Disertacijoje pateikta apleistų miesto teritorijų paskirties keitimo poreikio ir vertinimo analizė. Pagrindinis darbo objektas – urbanizuotose miesto teritorijose išsidėsčiusias apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių sistema. Atlikus mokslinės literatūros analizę, ekspertinį vertinimą ir panaudojus geografinių informacinių sistemų technologiją, sudaryta apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių sistema. Atlikti skaičiavimai sudarė tinkamas sąlygas nustatyti reikšmingiausius rodiklius kiekvienu apleistos teritorijos paskirties keitimo scenarijaus atveju ir parinkti racionaliausias miesto dalis šiems pakeitimams įgyvendinti, atsižvelgiant į miesto aplinką nusakančius parametrus. Pagrindinis darbo tikslas – mokslškai pagrįsti ir pasiūlyti miesto apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų vertinimo modelį, kurį pritaikius galima parinkti tinkamiausią apleistų teritorijų naudojimo scenarijų.

Disertaciją sudaro įvadas, 3 skyriai, bendrosios išvados, literatūros sąrašas, publikacijų disertacijos tema sąrašas ir 7 priedai. Įvade trumpai aptariama tiriamoji problema, darbo aktualumas, aprašomas tyrimo objektas, formuojamas darbo tikslas ir uždaviniai, aprašomas mokslinis darbo naujumas, ginamieji teiginiai. Įvado pabaigoje pristatomos autoriaus paskelbtos publikacijos, pranešimai konferencijose, nurodomas dalyvavimas tarptautiniuose seminaruose ir pateikiama disertacijos struktūra. Pirmajame skyriuje pateikiama mokslinės literatūros, dokumentų ir kitų atliktų darbų disertacijos tema analizė. Išnagrinėti apleistų teritorijų sprendimo būdai, pateikiami pavyzdžiai ir įvairūs apleistų teritorijų vertinimo principai. Antrajame skyriuje pateikta apleistų teritorijų sklaidos analizė taikant geostatistinę analizę skirtingais duomenų analizės aspektais. Nustatyti apleistų teritorijų sklaidos kiekybiniai ir kokybiniai parametrai skirtingose miesto dalyse, taip pat miesto seniūnijų skirstymo pagal svarbą sistema ir potencialūs apleistų teritorijų paskirties keitimo variantai. Pasiūlyta apleistų teritorijų pertvarkymo strategija ir įgyvendinimo koncepcija, integruoti skirtingų paskirties keitimo scenarijų rinkiniai ir apibrėžti prioritetiniai jų įgyvendinimo būdai. Trečiajame skyriuje pasiūlyti skaičiavimais pagrįsti apleistų teritorijų paskirties keitimo variantai. Pateiktas šiems scenarijams įgyvendinti tinkamų miesto dalių atrankos modelis. Skaičiavimais pagrįstos rekomendacijos atspindėtos sudarytoje apleistų teritorijų antrinio panaudojimo strategijoje.

Disertacijos tema pakelbtos septynios mokslinės publikacijos, iš kurių trys referuojamos duomenų bazės *Thomson Reuters Web of Knowledge* (*Clarivate Analytics Web of Science*) recenzuojamuose mokslo žurnaluose, dvi publikacijos pristatytos recenzuojamose tarptautinėse mokslo konferencijose ir dvi publikacijos – kitose tarptautinių ir respublikinių konferencijų leidiniuose.

Abstract

The dissertation presents the analysis and evaluation of demand for changes in land purpose in urban brownfields. The main object of thesis is a system of indicators describing the use of urban brownfields in a city. The carried-out analysis of research literature, expert evaluation and the application of technologies for geographic information systems as well as a scheme of descriptive criteria for brownfields have been proposed. The calculations made created suitable conditions for identifying the most significant criteria for each case of changes in brownfield purpose and selecting the most rational parts of the city for implementing the above-mentioned changes.

The aim of the dissertation is to scientifically justify and propose a model for the assessment of urban abandoned land use change scenarios that can be used to select the most appropriate brownfield scenario. The dissertation consists of introduction, three chapters, general conclusions, the list of references, the list of author's publications on the topic of the dissertation, summary in English and 7 annexes. Introduction describes the research problem and the relevance of the study, describes the subject of the research, defines the purpose and problems of the study and points out scientific novelty of the paper as well as the statements to be defended. Chapter 1 gives an overview of references, documents and other studies on this issue. The analysis of the normative documents issued in the Republic of Lithuania, the EU Member States and other countries is performed thus concentrating on the world regulating reuse of brownfields and the analysis of scientific studies. Chapter 2 deals with research on the sprawl of brownfields with reference to geostatistical analysis in terms of different aspects of cross-cutting analysis. The chapter defines quantitative and qualitative parameters for the sprawl of brownfields in different parts of the city and proposes a partition system for city neighbourhoods according to the importance and potential scenarios for brownfields. A readjustment strategy for brownfields and a concept of implementing it are proposed. The author suggests integrating different sets of scenarios for changes in land purpose and defines priority areas of implementing them. Chapter 3 provides a calculation model for scenarios concerning changes in land purpose of brownfields and explores appropriate parts of the city to implement them.

Seven scientific publications on the subject of the doctoral thesis have been published. Three of those are reported in the research journals reviewed by *Thomson Reuters Web of Knowledge (Clarivate Analytics Web of Science)*. Two publications are presented at the reviewed international academic conferences and two publications are issued in the other proceedings of national and international conferences.

Žymėjimai

Simboliai

A – teritorijos plotas, ha;

α – reikšmingumo lygmuo;

B – ekspertų G suteiktų balų vertinimo rodikliams matrica;

C – vertinimo rodiklių sistema;

C_E – ekonominių rodiklių grupė;

C_j^* – TOPSIS metodu skaičiuojamas rodiklis;

C_m – m -asis AT vertinimo rodiklis;

C_N – gamtinių rodiklių grupė;

C_S – socialinių rodiklių grupė;

C_U – užstatymo ir infrastruktūros rodiklių grupė;

D_i – Vilniaus miesto i -toji seniūnija;

D_j^* – TOPSIS metodu skaičiuojamas kiekvienas lyginamojo varianto bendras atstumas tarp geriausių sprendinių;

E – periferinė Vilniaus miesto dalis;

e_{ik} – i -ajam rodikliui suteiktas rangas;

F – miesto seniūnijų funkcinis tipas;

φ – vienodų rangų skaičius;
 G_n – n -asis ekspertas, dalyvaujantis tyrime;
 I_1 – maksimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė;
 I_2 – minimizuojamųjų rodiklių indeksų aibė;
 K – paskirties keitimo scenarijų skaičius;
 k – rodikliui suteiktų rangų e skaičius;
 Md – imties mediana;
 m – rodiklių skaičius;
 m_{ij} – j -ojo objekto rodiklio vieta;
 n – alternatyvų skaičius;
 Pr – seniūnijos prioritetiškumo lygis, siekiant pakeisti AT paskirtį;
 Q_j – kiekvieno rodiklio svarbos rodiklis (santykinis reikšmingumas);
 R – koreliacijos koeficientas;
 Rn – AT vertinimo rodiklio rangas prioritetinėje eilutėje;
 r – ekspertų skaičius;
 s – standartinė deviacija (standartinis nuokrypis); dydis, nusakantis atsitiktinio dydžio įgyjamų reikšmių sklaidą apie vidurkį;
 S_j – SAW metodo pasvertųjų rodiklių reikšmių suma;
 S_{-j} – minimizuojamųjų įvertintų normalizuotų rodiklių suma;
 S_{+j} – maksimizuojamųjų įvertintų normalizuotų rodiklių suma;
 T – AT paskirties keitimo scenarijų masyvas;
 t_φ – vienodų rangų skaičių tarp φ aibės;
 ω_i – i -ojo rodiklio k -tojo eksperto apskaičiuoti svoriai;
 υ – laisvės laipsnis;
 W – konkordancijos koeficientas;
 χ^2 – konkordancijos koeficiento reikšmingumas (Pirsono kriterijus);
 z – erdvinės interpoliacijos būdu apskaičiuota nežinoma reikšmė.

Santrumpos

AT – apleista teritorija (angl. *BF – Brownfield*);
 BP – bendrasis planas;
 BD – didieji duomenys (angl. *Big Data*);
 BVP – bendrasis vidaus produktas;
 CABERNET – tinklas, vienijantis suinteresuotas šalis pagal sutartus veiksmus gaivinti apleistas teritorijas (angl. *Concernet Action on Brownfield and Economic Regeneration Network*);

COPRAS – daugiarodiklio kompleksinio proporcingumo (angl. *Complex Proportional Assessment of Alternatives Method*) sprendimų priėmimo metodas;

DB – duomenų bazė;

DSPM – daugiarodikliai sprendimų priėmimo metodai (angl. *Multiple-Attribute Decision-Making* – MADM);

EDAS – atstumo nuo vidutinio sprendimo (angl. *Evaluation Based on Distance From Average Solution*) vertinimo metodas;

EK – Europos Komisija;

ES – Europos Sąjunga;

GIS – geografinės informacinės sistemos;

IDW – atvirkštinio atstumo vertinimo GIS metodas (angl. *Inverse Distance Weighted*);

JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos;

KPP – koncentruotos plėtos potencialo zona;

LDDC – Londono uosto teritorijų vystymo korporacija (angl. *London Docklands Development Corporation*);

LR – Lietuvos Respublika;

LRVPA – Liverpulio regiono vietinės partnerystės asociacija;

NT – nekilnojamasis turtas;

TP – transporto priemonė;

ML – kompiuterių mokymosi technika ir mokslas (angl. *Machine Learning*);

HL – hierarchinis klasterizavimas (angl. *Hierarchical Clustering*);

MP – mažmeninė prekyba;

ND – neigiamas atstumas (angl. *Negative Distance*);

PD – teigiamas atstumas (angl. *Positive Distance*);

SAW – paprastojo svorių sudėjimo metodas (angl. *Simple Additive Weighting*);

SP – specialusis planas;

SPM – sprendimų priėmimo matrica;

TOPSIS – artumo idealiajam taškui metodas (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*);

TP – teritorijų planavimas;

VG TU – Vilniaus Gedimino technikos universitetas;

ŽŪN – žemės ūkio naudmenos;

VRM – Vidaus reikalų ministerija.

Terminai ir apibrėžtys

Algoritmas – tai tam tikra veiksmų seka, kurią reikia atlikti norint pasiekti tam tikrą rezultatą.

Ansktesnio naudojimo teritorija – bet kokia teritorija, kurioje buvo vykdoma nuolatinė veikla, turėjusi bendrą struktūrą, tačiau dabar nefunkcionuojanti ir neužimta.

Apleista teritorija (angl. *Urban Brownfield*) – miesto erdvė, netekusi savo pirminės paskirties, nenaudojama jokiems miesto ir gyventojų poreikiams patenkinti ir yra nepatraukli naujoms investicijoms.

Bendrasis gėris – laisvai prieinamos gėrybės kasdieniams poreikiams tenkinti palaikant pakankamą gyvenimo kokybės lygį.

Centrinė miesto zona – miesto zona, pagal BP reglamentus priklausanti miesto centro teritorijai arba nutolusi nuo šios zonos atstumu, įveikiamu pėsčiomis.

Efektyvumas – rezultato ir naudotų išteklių santykis.

Ekspertas – mokslo, meno ar kitų sričių specialistas, kviečiamas atsakyti į specialius, su išmanoma sritimi susijusius klausimus.

Erdvinis duomenų jungimas – ryšių tarp atskirų erdvinių elementų sukūrimas per jų rodiklius.

Erdvinis duomenų siejimas – atributinių duomenų suteikimas erdvėje persidengiantiems ar kitaip susaistytiems elementams.

Geokodacija – reikšmių suteikimas erdvėje esantiems elementams.

Priemiestinė miesto zona – miesto teritorijos, labiausiai nutolusios nuo miesto centro.

Rangas – hierarchijos lygmuo hierarchinėje sistemoje, kurios elementus galima sudėti vienus su kitais ir dauginti iš skaičių: tarpusavyje tiesiškai nepriklausomų elementų skaičiaus.

Respondentas – asmuo, atsakinėjantis į socialinių tyrimų anketas arba tyrėjo žodžiu užduodamus klausimus.

Rudoji dėmė – apleistos teritorijos sinonimas.

Scenarijus – iš anksto suplanuota nauja teritorijos paskirtis.

Sistema – tam tikra tvarka sujungtų komponentų visuma.

Teritorinė bendruomenė – teritoriniame vienetė esančių gyventojų grupė, kurią vienija bendri interesai ir poreikiai.

Tinkamas žemės paskirties scenarijus – visų geriausias apleistos teritorijos paskirties scenarijus pagal apibrėžtus planavimo tikslus, kuris negali būti pagerintas nė pagal vieną rodiklį.

Užstatymo intensyvumas – visų pastatų antžeminės dalies patalpų bendrojo ploto sumos santykis su žemės sklypo plotu.

Vidurinė miesto zona – miesto dalis, esanti tarp miesto centro ir priemiestinės zonos.

Žalioji erdvė – viešojo erdvė, apimanti miestų parkus, rekreacines zonas, miškus ir pievas.

Turinys

IVADAS	1
Problemos formulavimas.....	1
Darbo aktualumas.....	2
Tyrimų objektas.....	3
Darbo tikslas.....	3
Darbo uždaviniai	3
Tyrimų metodika	4
Darbo mokslinis naujumas	4
Darbo rezultatų praktinė reikšmė	5
Ginamieji teiginiai	5
Darbo rezultatų aprobavimas.....	6
Disertacijos struktūra.....	6
 1. APLEISTŲ TERITORIJŲ PASKIRTIES KEITIMO PROCEDŪRŲ TAIKymo	
LIETUVOJE IR UŽSIENIO ŠALYSE APŽVALGA	7
1.1. Apleistų teritorijų problemos kilmė ir jos atsiradimo priežastys	7
1.2. Apleistų teritorijų tipologija ir apibrėžimai skirtingose šalyse	11
1.3. Apleistų teritorijų klasterizacija taikant kompiuterinio mokymosi metodą.....	17
1.4. Apleistų teritorijų vertinimo principai. Paskirties keitimo tipai	18
1.5. Apleistų teritorijų apimties ir skaičiaus mažinimo būdai. Geroji užsienio šalių praktika.....	20
1.6. Demokratinio ir strateginio planavimo pavyzdžiai.....	25

1.7. Apleistų teritorijų mastas Lietuvoje	26
1.8. Viešojo ir privataus sektorių partnerystės modelis, taikomas apleistų teritorijų paskirčiai keisti.....	28
1.9. Apleistų teritorijų naujos paskirties naudojimo patirtis Lietuvoje.....	31
1.10. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas.....	34
 2. APLEISTŲ TERITORIJŲ SKIRTINGOSE MIESTO DALYSE	
GEOSTATISTINĖ ANALIZĖ	37
2.1. Apleistų teritorijų geostatistinės analizės planas ir metodika	37
2.2. Apleistų teritorijų kiekis ir pasiskirstymas Vilniuje	42
2.3. Geostatistinė apleistų teritorijų analizė ir ekonominės aplinkos Liverpulio mieste tyrimas	58
2.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai.....	65
2.4.1. Teorinis apleistų teritorijų Vilniaus mieste paskirties keitimo įgyvendinimo strategijos modelis	66
2.4.2. Apleistų teritorijų sutvarkymo koncepcijos miesto plėtros strategijos kontekste	68
2.5. Antrojo skyriaus išvados	69
 3. MIESTO APLEISTŲ TERITORIJŲ PASKIRTIES KEITIMO SCENARIJŲ VERTINIMAS	71
3.1. Apleistų teritorijų ir jų paskirties keitimo scenarijų vertinimo algoritmas	71
3.2. Apleistų teritorijų vertinimo rodiklių sistemos sudarymo būdas ir jo taikymas	72
3.2.1. Ekspertinio vertinimo tvarka.....	75
3.2.2. Svarbiausių apleistų teritorijų ankstyvųjų ir alternatyviųjų rodiklių atranka	79
3.2.3. Ekspertinio vertinimo išvados.....	82
3.3. Erdvinė koreliacinė analizė, padedanti nustatyti priežastinį ryšį tarp apleistų teritorijų vertinimo rodiklių ir jų apimties seniūnijose	83
3.3.1. Erdvinės koreliacinės analizės modelis.....	83
3.3.2. Erdvinės koreliacinės analizės rezultatai.....	85
3.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų vertinimas	87
3.4.1. Neparametrinė statistinė analizė	88
3.4.2. Svarbiausių rodiklių nustatymas skirtingų apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų atvejais.....	91
3.4.3. Gautų rezultatų apžvalga ir vertinimas.....	94
3.5. Tinkamų miesto dalių atranka, siekiant įgyvendinti apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijus.....	96
3.5.1. Daugiarodiklių sprendimų priėmimo metodų taikymas apleistų teritorijų žemės paskirties scenarijams vertinti miesto seniūnijose.....	98
3.5.2. Tinkamų seniūnijų parinkimo apleistų teritorijų žemės paskirties scenarijams įgyvendinti rezultatai.....	104
3.5.3. Tinkamų seniūnijų parinkimo konkrečiam apleistos teritorijos paskirties keitimo scenarijui rezultatų kokybinis vertinimas	106

3.5.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų įgyvendinimo strategija ir reglamentavimas	108
3.5.5. Integruoti skirtingų apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų deriniai pagal planavimo pobūdį.....	112
3.6. Trečiojo skyriaus išvados	113
BENDROSIOS IŠVADOS	115
LITERATŪRA IR ŠALTINIAI.....	117
AUTORIAUS MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS	131
SUMMARY IN ENGLISH.....	133
PRIEDAI ¹	149
A priedas. Apleistų teritorijų automatizuotos klasterizacijos pagal apibrėžtus rodiklius algoritmo <i>Python</i> programinis kodas	151
B priedas. Apleistų teritorijų ankstyvųjų vertinimo rodiklių ekspertinio vertinimo rezultatai	152
C priedas. Apleistų teritorijų rodiklių ekspertų vertinimo duomenys prieš rezultatų korekciją	155
D priedas. Daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų vertinimo duomenys	158
E priedas. Autoriaus sąžiningumo deklaracija	165
F priedas. Bendraautorijų sutikimai teikti publikacijoje skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje	166
G priedas. Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos	172

¹ Priedai pateikiami pridėtoje elektroninėje laikmenoje.

Contents

INTRODUCTION	1
Problem formulation	1
Relevance of the thesis	2
The object of the thesis.....	3
The aim of the thesis	3
The tasks of the thesis	3
The research methodology	4
Scientific novelty of the thesis	4
Practical value of the research findings.....	5
Defendend statements.....	5
Approval of the research findings	6
The structure of the thesis	6
1. THE OVERVIEW OF THE PROCEDURES OF CHANGING PURPOSE OF BROWNFIELDS IN LITHUANIA AND FOREIGN COUNTRIES.....	7
1.1. The origin of the brownfield problem and the causes of its occurence	7
1.2. The typology and definitions of the brownfield in different countries	11
1.3. Clustering brownfields applying machine learning method.....	17
1.4. The principles of brownfield assessment. Types of changing the purpose of brownfields	18
1.5. Ways of reducing the volume and number of brownfields. Good practice promoted in foreign countries	20

1.6. The examples of democratic and strategic planning.....	25
1.7. The extend of brownfields in Lithuania	26
1.8. A Public-Private Sector Partnership model employed for changes in the purpose of brownfields.....	28
1.9. The experience of new use of brownfields in Lithuania.....	31
1.10. The first chapter conclusions and tasks formulation of the thesis	34
 2. GEOSTATISTICAL ANALYSIS OF BROWNFIELDS IN DIFFERENT DISTRICTS OF THE CITY.....	37
2.1. The plan and methodology for the geostatistical analysis of brownfields	37
2.2. The amount and dispersion of brownfields in Vilnius city.....	42
2.3. The geostatistical analysis of brownfields and a study on the economic environment in Liverpool city	58
2.4. Scenarios for changes in the purpose of brownfields	65
2.4.1. A theoretical model for implementing the strategy for changes in the purpose of brownfields in Vilnius city.....	66
2.4.2. The concepts of brownfield management in the context of urban development strategy	68
2.5. The second chapter conclusions	69
 3. THE ASSESSMENT OF SCENARIOS FOR CHANGES IN THE PURPOSE OF URBAN BROWNFIELDS.....	71
3.1. An algorithm for assessing scenarios for changes in the purpose of brownfields.....	71
3.2. A method of building-up a system for brownfield assessment criterions and its implementation	72
3.2.1. Procedure for expert evaluation	75
3.2.2. The selection of the most significant prior and alternative criteria for brownfields evaluation.....	79
3.2.3. Conclusions of expert evaluation	82
3.3. Spatial correlation analysis determining a causal relationship between criteria for brownfield assesment and their extend in the neighbourhoods	83
3.3.1. A model for spatial correlation analysis.....	83
3.3.2. Findings of spatial correlation analysis	85
3.4. Assessing scenarios for changes in the purpose of brownfields	87
3.4.1. Non-parametric statistical analysis	88
3.4.2. Determination of the most significant criteria in the cases of scenarios for changes in the purpose of different types of brownfields....	91
3.4.3. Review and assessment of findings.....	94
3.5. Selection of appropriate parts of the city for implementing scenarios for changes for changes in the purpose of brownfields.....	96
3.5.1. The application of mutli-attribute decision-making methods for assessing brownfield land use scenarios in city neighbourhoods	98
3.5.2. The results of selection of appropriate neighborhoods for land use scenarios for urban brownfields	104

3.5.3. The qualitative assessment of the results of selecting the best neighbourhood considering a specified scenario for changes in the purpose of the brownfield	106
3.5.4. The strategies and regulations for implementing scenarios for changes in the purpose of brownfields.....	108
3.5.5. Integrated combinations of scenarios for changes in the purpose of different types of brownfields according to the nature of planning	112
3.6. The third chapter conclusions.....	113
GENERAL CONCLUSIONS	115
REFERENCES	117
THE LIST OF SCIENTIFIC PUBLICATIONS BY THE AUTHOR ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION	131
SUMMARY IN ENGLISH.....	133
ANNEXES ²	149
Annex A. The <i>Python</i> programming code of the algorithm for the defined criteria of automated clustering of brownfields.....	151
Annex B. The finding of expert data evaluation of the initial assessment criteria for brownfields	152
Annex C. Data on assessing criteria for brownfields before the revised results of expert evaluation	155
Annex D. Data on validating methods for multi-attribute decision making.....	158
Annex E. Declaration of academic integrity	165
Annex F. The co-authors' agreements to present publications material in the doctoral dissertation defense	166
Annex G. Copies of scientific publications by the author on the topic of the dissertation	172

² The annexes are supplied in the enclosed compact disc.

Išvadas

Problemos formulavimas

Viena aktualiausių problemų, su kuria susiduriama planuojant urbanistinę miesto aplinką, naujas statybas ir gyventojų poreikius atitinkančias teritorijas, yra apleistų teritorijų (toliau – AT) vertinimas ir naudojimas. Lietuvoje ir Rytų Europos šalyse AT dažnai laikomos sovietinio režimo palikimu. Tokia teritorija dėl galimų papildomų finansinių išteklių, skirtų jai išvalyti ir paruošti naudoti, dažnu atveju yra nepatraukli investuotojams.

Europos miestai per įvairius istorinius laikotarpius susidūrė su teritorijų regeneracijos problemomis. Jas sprendžiant reikšmingą įtaką turėjo gamtinis miesto karkasas ir viešųjų erdvių sistemos formavimas (Garcia-Ayllon 2018; Urbonaitė 2012). Lietuvoje, palyginti su kitomis Europos šalimis, pasigendama kompleksinio architektų, savivaldybių, miestų planuotojų požiūrio į miesto plėtros procesus, jos darnumą ir ekologiškumą (Mekdjian 2018; Sassi *et al.* 2009).

Planuojant miesto plėtrą ir tvarkybą, dažnai sprendžiamos problemos, susijusios su AT, nebenaudojamomis pagal paskirtį (Matulevičius, Šliogerienė 2011). Vilniaus BP iki 2015 m. (Vilniaus miesto savivaldybės... 2007) sprendiniuose numatytos teritorijos, kuriose būtų vykdomas paskirties keitimas, sudaro 614 ha, t. y. 1,53 % viso miesto ploto (Leitanaitė 2007). Centrinėje miesto dalyje tokios teritorijos sudaro apytikriai 120 ha (Blotnys 2013).

Tarp Lietuvoje galiojančių teisės aktu ir reglamentų pasigendama AT sutvarkymą apibrėžiančių normų ir rekomendacijų. Apžvelgus informacinius Lietuvos ir užsienio šaltinius, galima teigti, kad pagrindinė problema yra AT neapibrėžtumas. Vienareikšmiškai neapibrėžus šio termino, neįmanoma objektyviai nustatyti šių teritorijų potencialo, nustatyti galimų pavojų ir teikti argumentuotų sprendinių.

Apibrėžus AT, tikslinga nustatyti objektyvius rodiklius su jų savaisiais svoriais (koeficientais). Šių rodiklių skaitinė išraiška padėtų įvertinti galimų AT paskirties keitimo scenarijų potencialą, būtinumą ir prioritetiškumą (Laprise *et al.* 2018). Teritorijų paskirties keitimo objektai yra visa viešoji infrastruktūra miesto aplinkoje: kelių ir gatvių, atskirų transportinių, gyvenamųjų, pramoninių ir kitokios paskirties rajonų ar atskirų teritorinių vienetų reorganizacinis planavimas, jo reglamentavimas ir įgyvendinimas.

Darbo aktualumas

Miestai nėra statiška baigtinė forma. Miestui, kaip urbanistiniam vienetui, būdingas įvairialypių kūrybinių procesų vyksmo tęstinumas ekonominiu, socialiniu ir ekologiniu aspektais. Šių komponentų darna lemia ne tik gyvenimo kokybę, bet ir formuoja miestiškos aplinkos estetikos bruožus. Socioekonominių, sociokultūrinių ir geoekologinių dimensijų kaita sudaro amžiną ciklą, kurio indikatorius yra miestiška aplinka (Griškevičiūtė-Gečienė, Griškevičienė 2016; Mozuriunaite 2016). Todėl, siekiant išvengti lokalių ir globalių ekonominių, kultūrinių ir ekologinių pavojų, gyventojų ir miesto poreikius tenkinanti miesto teritorijų kaita yra neišvengiamas procesas.

Tarptautinis požiūris į AT sprendimo būdus brendo daugiau kaip 40 metų – nuo 1970 m., kai AT naudojimo klausimas tapo svarbus politinėje dienotvarkėje. Dabar šie būdai glaudžiai susieti su darnaus miestų bei regionų vystymo strategija ir turi būti taikomi pagal šiandienos normas ir pakitusią urbanistinę aplinką.

Užsienio šalių patirtis parodė, kad socialiniai lūžiai vyksta kartu su ekonominiais (Navratil *et al.* 2013). Dėl ekonominių veikslių poveikio susiformavusios AT sukėlė erdvinį darbo jėgos pasiskirstymo disbalansą. Šį reiškinį iliustruoja socialinės rizikos veiksniai, aplinkos kokybė ir ekologiniai rodikliai (Keller 2011; Muliček *et al.* 2014). Vakarų šalių praktika rodo, kad šie rodikliai dažnai padeda investuotojams priimti sprendimus dėl investavimo šiose teritorijose, siekiant pakeisti jų paskirtį ir pritaikant jas konkreitiems tikslams pasiekti (Rizzo *et al.* 2015). Todėl teritorijų pertvarkymą racionalu nagrinėti kaip socialinę, ekonominę ir teritorinę sistemą (Del Sasso, Caliandro 2010).

Ypatingo dėmesio reikalauja apleistos teritorijos pramoninės paskirties miesto zonose, kurios yra pažeidžiamiausios ekologiniu požiūriu. Tokių teritorijų

pritaikymas šiuolaikiniams poreikiams tenkinti leistų sumažinti urbanizuojamų teritorijų plėtros mastą, saugotų gamtos išteklius.

Vilniaus mieste šiuo metu yra daugiau nei 1200 AT plotų. Vilniaus miesto administracinėse ribose iš viso šie plotai užima daugiau kaip 1090 ha, t. y. maždaug 2,7 % visos miesto teritorijos. Tokie plotai turi būti vertinami kaip neišnaudotas miesto išteklius, galintis pagerinti gyvenimo ir daugiasluoksnės miesto aplinkos kokybę.

Tyrimų objektas

Tyrimų objektas – urbanizuotose miesto teritorijose išsidėsčiusias apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių sistema.

Darbo tikslas

Darbo tikslas – mokslškai pagrįsti ir pasiūlyti miesto apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų vertinimo modelį, kurį pritaikius galima parinkti tinkamiausią apleistų teritorijų naudojimo scenarijų.

Darbo uždaviniai

Darbo tikslui pasiekti darbe reikia spręsti šiuos uždavinius:

1. Atlikti literatūros analizę, kurios tikslas – nustatyti Lietuvos ir užsienio šalių apleistų teritorijų naudojimo pavojus, jų sprendimo, panaudojimo būdus ir apibendrinti sąvokas.
2. Taikant geografinės informacinės sistemas (GIS) ir statistinius metodus sukurti apleistų teritorijų savybes apibūdinančių rodiklių skaitinių reikšmių duomenų bazę (DB).
3. Naudojantis sudaryta duomenų baze, nustatyti svarbiausius rodiklius skirtingiems AT paskirties keitimo scenarijų atvejams.
4. Apskaičiuoti apleistų teritorijų kiekybinius parametrus taikant daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus (DSPM). Remiantis šiais skaičiavimais, sudaryti apleistų teritorijų paskirties keitimo įgyvendinimo scenarijus.

5. Sudarytus apleistų teritorijų scenarijus pritaikyti ir patikrinti konkrečiose Vilniaus miesto seniūnijų teritorijose.

Tyrimų metodika

Darbe taikyti mokslinės teorinės analizės, ekspertinis, erdvinės koreliacinės analizės, daugiarodiklių sprendimo priėmimo (TOPSIS, SAW, COPRAS, DELFI, EDAS), kiekybiniai ir erdvinų duomenų jungimo bei siejimo metodai.

Taikant mokslinės analizės metodą, atlikta mokslinės literatūros, Europos Komisijos leidinių, teisinių šaltinių ir nekilnojamojo turto plėtotojų medžiagos disertacijos tema apžvalga.

Taikant natūrinių tyrimų metodą, nustatytas Vilniaus miesto apleistų teritorijų skaičius, dydis ir savybės. Taikant erdvinų duomenų siejimo ir jungimo metodus, papildyta apleistų teritorijų geoerdvinių duomenų bazė, apskaičiuoti apleistų teritorijų vertinimo rodikliai, taikant skirtingus normalizacijos variantus.

Geostatistinis metodas taikytas naudojant GIS programinę įrangą *ArcMap 10.0* ir *Python* programavimo kalbą.

Taikant VGTU mokslininkų sukurtus ir patobulintus daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus, mokslinėje literatūroje pristatomą ekspertinio vertinimo metodo taikymo atvejus, yra apskaičiuoti apleistų teritorijų rodikliai ir jų svoriai. Remiantis DSPM (TOPSIS, SAW, COPRAS, DELFI ir EDAS) įvertintas apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių tarpusavio ryšys ir paskirties keitimo scenarijams įgyvendinti jų daroma įtaka. Pritaikius šiuos metodus, pasiūlyta miesto seniūnijų atrankos strategija, kurios tikslas – atrinkti tinkamiausias miesto dalis konkretiems paskirties keitimo scenarijams įgyvendinti.

Darbo mokslinis naujumas

Rengiant disertaciją, buvo gauti šie nauji statybos inžinerijos mokslo rezultatai:

1. Parengta apleistų teritorijų vertinimo rodiklių sistema, kurią galima naudoti miesto strateginio planavimo etape.
2. Taikant daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus gauti rodiklių svorių skaitiniai įverčiai, kurie leido sudaryti miesto seniūnijų prioritetinę eilę ir pagal ją pasiūlyti unikalią apleistų teritorijų paskirties keitimo sistemą.
3. Sudaryti trys originalūs apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų įgyvendinimo koncepciniai modeliai gali būti taikomi bet kokio miesto atveju.

Darbo rezultatų praktinė reikšmė

Disertacijoje pateikta apleistą teritoriją apibūdinanti rodiklių sistema gali būti taikoma miesto kompleksinio planavimo etape rengiant strateginius ir miesto plėtros planus. Šios sistemos taikymas teritorijų planavimo specialistams ir nekilnojamojo turto plėtojams sudaro tinkamas sąlygas įvertinti socialinius, urbanistinius, ekonominius ir gamtinius rodiklius. Remiantis šio vertinimo rezultatais, pasiūlytas skaičiavimo modelis, kurį taikant galima nustatyti apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijus ir atskirų miesto dalių plėtros variantus. Sukurta ir aprašyta apleistų teritorijų vertinimo rodiklių sistema tinkama taikyti didžiuosiuose Lietuvos ir kitų Europos šalių miestuose.

Algoritmo veikimo principas grįstas daugiarodiklių metodų kombinuotu taikymu. Skirtingų daugiarodiklių sprendimų priėmimo metodų taikymas vienu metu atlikti tą pačią užduotį ir agreguotas rezultatų vertinimas yra unikalus Lietuvos ir užsienio teritorijų planavimo ir statybos mokslinės literatūros diskurse. Lietuvos teritorijų planavimo patirtis rodo, kad toks būdas leis efektyviau įvertinti esamus apleistų teritorijų keliamus pavojus ir rasti tinkamiausius paskirties keitimo parametrus ir tinkamą jos scenarijų sutvarkant šias miesto erdves.

Pagal darbe pasiūlytą unikalią metodiką įvertinta kiekvieno rodiklio svarba ir koreliacinis ryšys tarp miesto teritorinių bendruomenių aplinkos savybių ir apleistų teritorijų sklaidos jose. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai nustatyti pagal mieste dominuojančių teritorijų funkcinį zonų užimamus plotus. Buvo detalizuoti šeši principiniai apleistų teritorijų paskirties keitimo taikymo scenarijai Vilniaus miesto atveju.

Ginamieji teiginiai

1. Mieste esančios apleistos teritorijos yra pasiskirsčiusios grupėmis pagal urbanizuotų zonų geografines ribas, todėl apleistų teritorijų paskirties keitimo modeliavimą galima atlikti sistemiškai sujungus miesto duomenis pagal teritorinius vienetų.
2. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai gali būti parenkami remiantis unikaliais nagrinėjamos vietovės požymiais. Jie apibūdinami rodikliais, kurie nustatomi kaip svarbiausi kiekviename scenarijuje.
3. Dėl apleistų teritorijų sąvokos neapibrėžtumo ir skirtingų nustatymo būdų mieste esančių apleistų teritorijų skaičius yra didesnis, negu pateikiama oficialiuose planavimo dokumentuose.

Darbo rezultatų aprobavimas

Disertacijos tema publikuoti septyni moksliniai straipsniai. Trys – mokslo žurnaluose, įtrauktuose į *Thomson Reuters Web of Knowledge* (*Clarivate Analytics Web of Science*) sąrašą (Burinskienė *et al.* 2015, 2017; Bielinskas *et al.* 2018). Šie straipsniai paskelbti mokslo žurnaluose, turinčiuose citavimo rodiklį. Du – kitų tarptautinių duomenų bazių leidinyje (Bielinskas, Burinskienė 2015; Bielinskas, Burinskienė 2016), vienas – konferencijos *ISI Proceedings* straipsnių rinkinyje (Bielinskas *et al.* 2015), vienas – recenzuojamoje tarptautinių konferencijų leidinyje (Bielinskas 2017).

Rengiant disertaciją, atliktų tyrimų rezultatai buvo paskelbti keturiuose mokslinėse konferencijose Lietuvoje ir užsienyje:

- 18-ojoje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „K. Šešelgio skaitymai“ 2015 m. Rokiškyje (Bielinskas, Burinskienė 2015);
- 19-ojoje Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijoje „K. Šešelgio skaitymai“ 2016 m. Vilniuje (Bielinskas, Burinskienė 2016);
- 15-oje tarptautinėje konferencijoje „15th German-Lithuanian-Polish colloquium (ORSDCE 2015)“ 2015 m. Poznanėje, Lenkijoje (Bielinskas *et al.* 2015);
- 10-ojoje tarptautinėje konferencijoje „Environmental engineering“ 2017 m. Vilniuje (Bielinskas 2017).

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro 3 skyriai, bendrosios išvados, literatūros sąrašas, autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas.

Darbo apimtis – 149 puslapiai (neskaitant priedų), tekste panaudotos 41 numeruotos formulės, 27 lentelės ir 50 paveikslų. Rašant disertaciją, buvo panaudoti 199 mokslinės literatūros šaltiniai.

Apleistų teritorijų paskirties keitimo sampratos apžvalga

Skyriuje pateikiama AT problematikos kilmė ir atsiradimo priežastys. Apžvelgiamos užsienio mokslinėje literatūroje vartojamos AT apibrėžtys, nagrinėjami jų tarpusavio skirtumai. Apžvelgta užsienio šalyse taikyta geroji patirtis, įgyvendinti projektai. Atlikta ES ir kitų šalių norminių dokumentų, reglamentuojančių AT sprendimo būdus ir vertinimą, analizė.

Skyriaus tematika kartu su bendraautoriais paskelbti du autoriaus straipsniai (Bielinskas, Burinskienė 2015; Bielinskas *et al.* 2015).

1.1. Apleistų teritorijų problemos kilmė ir jos atsiradimo priežastys

Užsienio šalių patirtis parodė, kad socialiniai lūžiai vyksta kartu su ekonominiais. Kurortuose šie reiškiniai iš esmės lėmė turizmo sektoriaus nuosmukį ir išaugusį nedarbo lygį (Navratil *et al.* 2013). Dėl ekonominių veiksnių poveikio susiformavusios AT lėmė erdvinį darbo jėgos pasiskirstymo disbalansą, ypač tankiai užstatytose miesto zonose padidėjo socialinė rizika (Keller 2011). Vakarų šalių

praktika rodo, kad investuotojai ypač atkreipia dėmesį į teritorijos taršos lygį ir aplinkinių teritorijų būklę (Limasset *et al.* 2018; Rizzo *et al.* 2015).

Prasidėjus urbanizacijos procesui, dauguma pasaulio miestų susidūrė su precedento neturinčiu atveju: miestuose pradėjo augti nenaudojamų teritorijų plotai nepaisant to, kad išsidėstymo aspektu šios teritorijos būdavo patrauklios miesto vietose, tačiau ekologiniu aspektu – nenaudingos ir žalingos dėl padidėjusios taršos rizikos. Dauguma nekilnojamojo turto (toliau – NT) plėtros planuotojų rinkosi ekonomiškai saugesnį būdą, t. y. investuoti į pigesnę žemę periferinėse miestų zonose, negu kurti naujos paskirties infrastruktūrą vidinėse miestų zonose.

Teritorijų pertvarkymą racionalu nagrinėti kaip socialinę, ekonominę ir teritorinę sistemą (Pueffel *et al.* 2018; Del Sasso, Caliendo 2010). Tokiais pačiais rodikliais AT poveikis vertinamas ir Europos Komisijos (toliau – EK) parengtoje Europos Sąjungos (toliau – ES) strategijoje 2020. Joje pabrėžiama, jog žemės naudojimas ir jo perplanavimas yra svarbus procesas, siekiant kurti miestų žaliąsias dėmes (angl. *greenfields*), mažinti kelionių trukmę ir atstumus, gerinti bendrą gyvenimo kokybės lygį ir suteikti geresnių galimybių gyventojams viešojoje erdvėje leisti laisvalaikį arba užsiimti mažmenine prekyba komercinės ar mišrios paskirties teritorijose (Alexandrescu *et al.* 2018; European Commission 2010).

Dažniausiai AT atsiradimą lemia socialiniai ir ekonominiai restruktūrizacijos veiksniai, dėl kurių intensyvesnis urbanizavimo procesas vyksta didžiųjų miestų periferinėse zonose (European Commission 2013). Šiam reiškiniui įtakos turėjo industrinės visuomenės transformacija į poindustrinę, privataus verslo sektoriaus reikšmės padidėjimas įgyvendinant erdvinį miesto planavimą bei istoriniai šalies politikos ir kultūros lūžio taškai savitos planavimo tradicijos Europos šalyse.

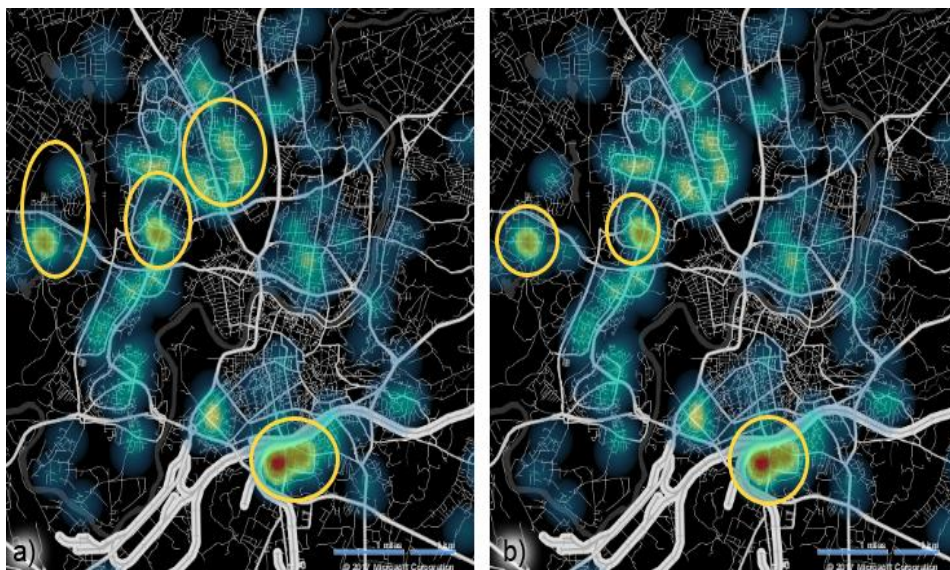
Europos Komisijos AT teminiame leidinyje (European Commission 2013) apibrėžtos trys rodiklių grupės, lemiančios dykrų atsiradimą:

- Socialiniai ir ekonominiai rodikliai: populiacijos tankio, nedarbo ir turto vertės rodikliai yra įtraukti į šį indeksą, kuris, atsižvelgiant į ekonomikos augimą, parodo apleistos žemės pertvarkymo potencialą.
- Pažangos augimo rodikliai: šis rodiklių grupė rodo komunalinių paslaugų ir transporto sistemos prieinamumą, užimtumo ir apgyvendinimo rodiklių reikšmes (indikatorius), kurie lemia teritorijos gyvybingumą.
- Gamtinės aplinkos rodikliai: ši rodiklių grupė apima potencialius taršos šaltinius, dirvožemio kokybės, prieinamumo prie vandens telkinių ir parkų, taip pat potvynių užliejamos teritorijos reikšmes.

Prieškriziniu laikotarpiu, kuris prasidėjo 2005 m., atsigavus statybų sektoriui, Lietuvos miestuose statybos darbų apimtis padidėjo dešimtis kartų. 1995–1996 m. pakeistos Vilniaus miesto administracinės ribos. Teritorijos plotas padidėjo nuo 284 km² iki 392 km². Dabar bendrasis miesto plotas apytikriai lygus 401 km². Šių transformacijų metu daugiausia buvo planuojamos gyvenamųjų daugiabučių namų ir komercinių pastatų teritorijos (Norvilaitė 2005). Šis procesas urbanistinei

aplinkai didžiausią pėdsaką paliko didžiuosiuose Lietuvos miestuose: Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje ir kt.

Didžiausio statybos aktyvumo periodo metais Vilniaus miesto urbanistinė struktūra patyrė didelių urbanistinių ir socialinių deformacijų. Dėl pasikeitusio ekonominio klimato ir visuomenės raidos pokyčių reikšminga miestiečių dalis persikėlė gyventi į priemiesčius. Šiose miesto dalyse nevaldomomis miesto planavimo sąlygomis susiformavo nauji gyvenamieji rajonai (1.1 pav.), vyko esamų teritorijų funkcijų transformacijos.



1.1 pav. Būstų erdvinis pasiskirstymas Vilniuje išryškinant: a) naujos statybos būstus; b) mažiausios vertės būstus (sudaryta autoriaus)

Fig. 1.1. The spatial distribution of residential real estate objects in Vilnius by highlighting: a) new built properities; b) properties of the lowest prices (created by author)

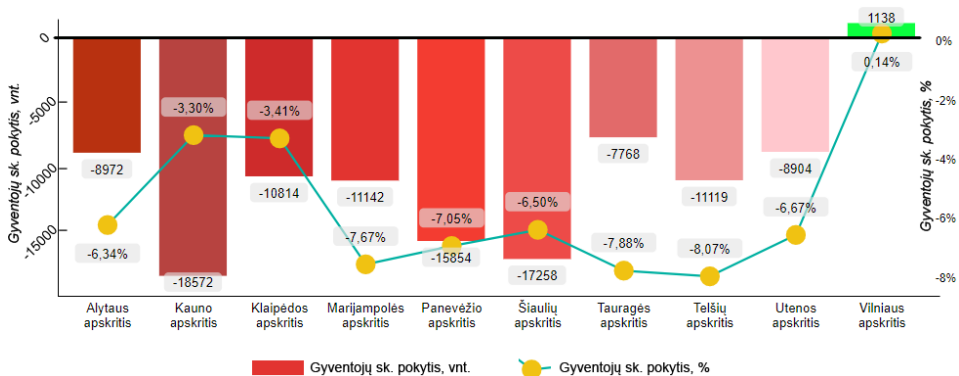
Pateikti pavydžiai rodo, kad nauji gyvenamieji būstai planuojami periferinėse ir mažesnės vertės miesto teritorijose. Pastebima, kad šiose miesto dalyse vis dažniau nesilaikoma statybos ir teritorijų planavimo norminių reikalavimų.

Dėl sunkiai valdomo statybos darbų proceso ir kontroliavimo miestų urbanistinis karkasas tapo išdarytu ir neatitinkančiu šiandienų gyvenimo kokybės veiksnių, ypač pasiekiamumo ir socialinio aprūpinimo. Tai iliustruoja reiškinys, kai miesto BP nurodoma pramoninės paskirties teritorija iš tiesų yra jau daugelį metų nenaudojama ir žalinga miestui, o ypač tos teritorijos gretimybėms (Martinat *et al.* 2016). Išliekant tokiai teritorijų planavimo politikai, AT pavojai

ne tik nėra sprendžiami, tačiau jie stiprėja, ypač ekologiniu aspektu. Dažnai tai yra priežastis, kodėl NT plėtotojai vietoj tokių teritorijų pertvarkymo renka gretimas teritorijas, kuriose, nors naujos statybos potencialas apytikriai vienodas, pertvarkymo darbai (grunto valymas, įvaizdžio kūrimas, esamos infrastruktūros atnaujinimas ir kt.) yra minimalūs.

Tokiomis sąlygomis kilo pavojus Vilniaus miesto žaliajam žiedui, jose esančioms žemės ūkio naudomenoms (toliau – ŽŪN). Dėl šių deformacinių pokyčių vidinės miesto teritorijos pradėjo tuštėti ir neatlikti savo pirminės funkcijos, todėl šios ir aplinkinės tapo nepatrauklios investuoti, o regeneracijos projektai rengiami tik atskirais atvejais. Tokiomis sąlygomis šios teritorijos tampa apleistos ir jų neigiamas poveikis miestui auga proporcingai išorinio įsitraukimo delsos laikui.

JAV mokslininkai (Newman *et al.* 2018) ir Pakalnis (2014) pažymi, kad didelę įtaką miesto dykų atsiradimui daro gyventojų demografiniai pokyčiai (1.2 pav.). Sociodemografiniai pokyčiai miestuose sudaro palankias sąlygas socialinių ryšių gyventojų bendruomenėse nykimui. Tai iš esmės komplikuoja miesto planavimo ir atskirų teritorijų sutvarkymo problemų sprendimą. Tai ekonominei, gamtinei, urbanistinei ir socialinei aplinkai darantys įtaką veiksniai. Dažnu atveju šių veiksmų rezultatas ilgalaikėje perspektyvoje yra didėjantys nenaudojamų žemių plotai (kadai tikslingai funkcionavusių žemių degradacija). Šiomis sąlygomis apleistų teritorijų sutvarkymas turi būti laikomas prioritetiniu sprendžiant strateginį miesto planavimą. Tokių teritorijų pertvarkymo ar atnaujinimo klausimai keliama tik atskirais atvejais, paprastai pasiekus kritinę nepasitenkinimo esama situacija ribą.



1.2 pav. Gyventojų skaičiaus pokyčiai Lietuvos apskrityse (2013–2018 m.)

(sudaryta autoriaus pagal Lietuvos statistikos departamento (2018) duomenis)

Fig. 1.2. Residential differences in Lithuanian regions for the period 2013–2018
(created by author based on data of Department of Lithuania statistics 2018)

Statistika rodo, kad per pastaruosius šešerius metus didžiausiose Lietuvos apskrityse gyventojų akivaizdžiai sumažėjo. Didžioji dalis dėl labiau gyventojų poreikius atitinkančių sąlygų išvyko gyventi į Vilnių (vienintelė apskritis, kuri patyrė teigiamų demografinių transformacijų). Viena iš šio reiškinių pasekmių yra didesnis miesto teritorijų poreikis planuoti naujus gyvenamuosius rajonus ar lokalias gyvenamąsias zonas. Šį uždavinį galima spręsti tikslingai naudojant mieste (arba greta jo) esančias AT.

1.2. Apleistų teritorijų tipologija ir apibrėžtys skirtingose šalyse

Mokslinėje literatūroje AT apibrėžtis dažnai minima kartu su *urbanistinių rudųjų dėmių* terminu (Loures, Vaz 2018; Navratil *et al.* 2018; Mathey *et al.* 2018). Disertacijos problemai nagrinėti ir naudojamas AT terminas. Mokslinėje literatūroje AT paskirties keitimas apibūdinamas terminu *konversija*. Išvertus iš lotynų kalbos jis reiškia *pakitimą*. Atsižvelgus į mokslinėje literatūroje (Koch *et al.* 2018) pateiktus pavyzdžius, disertacijoje AT paskirties keitimas vertinamas kaip žemės ploto pertvarka su visa jame esančia inžinerine infrastruktūra, antžeminiais ir požeminiais statiniais, prieigomis, socialine ir gamtine aplinka.

AT sąvokos pagal taikomą požiūrį ir nagrinėjamą problemą yra dažnai skirtingos. Kiekviena iš jų turi savo privalumų ir trūkumų (1.1 lentelė).

1.1 lentelė. Apleistų teritorijų sąvokų palyginimas pagal taikomą požiūrį (Pointereau *et al.* 2008)

Table 1.1. The comparison of the applied definitions for brownfields considering different approaches (Pointereau *et al.* 2008)

Požiūriai	Sąvoka	Privalumai	Trūkumai
1	2	3	4
Administracinis	ŽŪN apleistos, jeigu be priežiūros ilgiau nei 5 metus	Sąvoka aiški.	Tik žemės ūkio paskirties ūkininkų deklaruojama žemė. Neatsižvelgiama į žemes, valdomas kelių ūkių.
	Žemė, kuri nenaudojama gamybai 2 metus		
Ekonominis	Žemė laikoma apleista, kai ji nebe-naudojama kaip ekonominis išteklius.	Gali būti fiksuojama AT vertė, lyginant su vidutine žemės kaina.	Žemė turi ne tik ekonominę funkciją.

1.1 lentelės pabaiga

1	2	3	4
Kraštovaizdžio	Žemė, kurioje augalinės dangos – krūmų ir medžių – dalis viršija normas.	Paprasta apskaičiuoti, taikant palydovinių fotografavimą arba topografavimą.	Ta pati augalija gali augti esant skirtingai žemės naudojimo paskirčiai.
Agronominis	Žemė, kurioje ūkininkaujama ekstensyviai.		Yra daug skirtingų žemės naudojimo būdų, kuriuos sunku diferencijuoti.

Iki šiol nėra bendro AT apibrėžimo ir jokio bendro susitarimo, kaip reikėtų traktuoti apleistas, nefunkcionalias ir paskirties keitimui tinkamas teritorijas ES šalyse. Europos ekspertų tinklas CABERNET komentuoja, kad apleista teritorija turėtų būti laikoma išvystyta arba apleista žemė, kuri apima aibę dydžio ir išsidėstymo miesto kontekste veiksnius (European Commission 2010). Nustatant tiriamąją problemą, visų pirma reikia apibrėžti apleistas teritorijas kaip pagrindinį tyrimų objektą. Europos ekspertų tinklas rekomenduoja atlikti AT atpažinimą pagal šiuos bruožus:

- buvo paveiktos aplinkinių teritorijų arba anksčiau vykdytos veiklos;
- yra apleista ir nenaudojama;
- yra iš dalies arba visiškai išvystytoje miesto teritorijoje;
- reikalauja suinteresuotų šalių įsikišimo, kad teritorijos funkcionavimas būtų atkurtas arba iš naujo sukurtas;
- gali turėti faktines arba tariamas ekologines problemas (European Commission 2010).

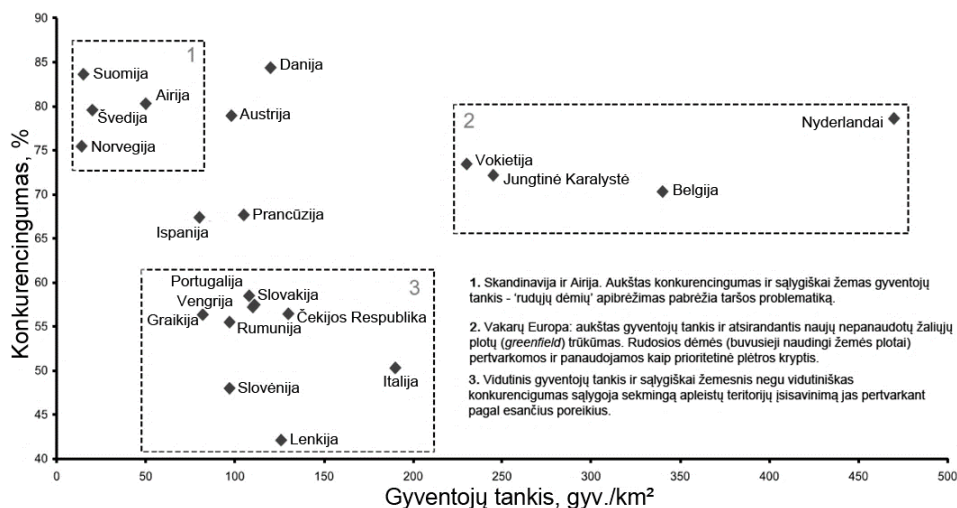
Šios formuluotės gali būti lyginamos kartu su Didžiojoje Britanijoje naudojamu ankstesniojo naudojimo žemės apibrėžimu (Popescu, Patrascioiu 2012). Daugelio ES šalių AT tvarkymo praktika rodo, kad didžioji dalis šių teritorijų yra pramoninės paskirties, t. y. jose pastatyti seni nebenaudojami pramoniniai ar inžineriniai pastatai ir priestatai. Tai ypač būdinga anksčiau Sovietų Sąjungos valdytoms šalims (Lietuvai, Čekijos Respublikai, Slovakijai ir kt.).

Lietuvos planavimo normose (2014) teritorijų paskirties keitimas apibrėžiamas kaip neefektyviai naudojamų užstatytų pramoninių teritorijų (miestų centruose ir jų prieigose esančios padidėjusios taršos ar neefektyvios teritorijos) antrinis naudojimas plėtrai vykdyti. Leitanaite (2007) *paskirties keitimo* terminą apibrėžia kaip būdą pertvarkyti neaktualios paskirties miesto teritorijų struktūras ir pritaikyti joms naujas funkcijas:

- pramoninės;
- karinės;

- susisiekimo sistemos;
- žemės ūkio paskirties;
- komercinės;
- kultūrinės;
- laisvalaikio paskirties (sporto aikštynai, parkai);
- institucinės (mokyklos, ligoninės, kalėjimai);
- uostai, upių baseinai ir pan.;
- kitos.

Daugelis autorių (Martinat *et al.* 2018, Theobald 2014; Popescu, Patrascoiu 2012; Ling 2008) AT nustato ir apibūdina skirtingai, atsižvelgdami į nagrinėjamą tyrimų tikslą ir pasirinktus nagrinėti objektus. Mokslinėje literatūroje ir politinėse gairėse pastebėta dar didesnių skirtumų suklasifikavus AT apibrėžimus pagal šalis ir jų grupes (1.3 pav.).



1.3 pav. Apleistų teritorijų apibendrintų apibūdinimų palyginimas skirtingose Europos Sąjungos šalyse, įvertinant konkurencingumo lygį ir gyventojų skaičiaus rodiklį (Popescu, Patrascoiu 2012)

Fig 1.3. The comparison of the generalized definitions of urban brownfields in different European countries evaluating the level of competitiveness and the population criterion (Popescu, Patrascoiu 2012)

Dažnai apleistos teritorijos mokslinėje literatūroje įvardijamos *rudųjų dėmių* (angl. *urban brownfield*) terminu. Pirmą kartą šis terminas buvo pavartota 1992 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose (toliau – JAV). Apibendrintas rudųjų dėmių apibrėžimas kilo iš Aplinkos apsaugos agentūros (JAV) 1997 m. Apbrėžimas

skambėjo taip: „Apleistos, neišnaudotos komercinės ir pramoninės paskirties patalpos, kur plėtra ar pertvarkymas yra komplikuoatas dėl faktinio arba galimo aplinkos užterštumo“ (US. EPA 2003). Šis apibrėžimas buvo pakoreguotas 2002 m. (Ling 2008). Apibrėžimo sampratai įtakos turėjo Kanadoje ir Kinijoje nusistovėjęs skirtingas požiūris į AT keliamas problemas. Šie skirtumai išryškino tokių teritorijų ekonominį potencialą. Atsižvelgus į pasiūlytas korektūras, apleistas teritorijas galima apibrėžti šitaip: „Anksčiau naudotos, tačiau dėl faktinio ar galimo aplinkos užterštumo dabar nebenaudojamos, bet turinčios ekonominį potencialą ir galinčios pagerinti socialinę aplinką suteikiant naują funkcinę būseną, teritorijos.“ Vadovaujantis šiuo AT apibrėžimu, disertacijoje atlikti toliau pateikti tyrimai ir parengtos rekomendacijos.

Trumpos įvairių Europos šalių apibrėžimų analizės rezultatai atskleidžia, kad daugumoje šių šalių AT suprantamos kaip apleisti pramoninės paskirties sklypai (Rumunija, Bulgarija) arba kaip apleistos žemės, kurios turi faktinių arba galimų taršos problemų. Detalesnis AT užsienio literatūroje randamų apibrėžimų sąrašas pateiktas 1.2 lentelėje (CABERNET 2007).

Nepaisant didelio skaičiaus apžvalginių mokslinių straipsnių ir vietinių studijų, dabartinėje mokslinėje literatūroje pasigendama bendrosios, vientisos rudųjų dėmių problematiką apibrėžiančių rodiklių metodologijos. Iki šiol AT apibrėžimas buvo siejamas daugiausia su užterštos žemės plotu, šis požiūris išliko iki šių dienų (Loures, Vaz 2018; De Vivo, Lima 2018).

Atsižvelgus į anksčiau pateiktus argumentus apie AT apibrėžimus ir remiantis mokslinėje literatūroje pateiktomis rekomendacijomis AT vertinti pagal ekonominį lygį (CABERNET 2007; Donaldson, Lord 2018), disertacijoje tokios teritorijos apibūdinamos kaip savaime atsinaujinančias, ekonomiškai patrauklias ir tinkamas miesto rezervui (geografiniais, technologiniais ir kitais veiksniais, neatitinkančiais esamų miesto prioritetų). Esminė ir užsienio moksline literatūra grindžiama AT apibrėžimų klasifikacijos schema pateikta 1.3 paveiksle. Remiantis ja ir užsienio šalių patirtimi, mažiausiai kaštų regeneracijos procesams reikalauja savaime atsinaujinančios AT. Tai yra mažiausias ir rečiausiai aptinkamas visų AT imties poaibis. Tokio pobūdžio AT atgauna savo estetinį vaizdą ir funkcionalumą pagal konkrečius gyventojų ar verslo poreikius.

Daugiausia dėmesio Lietuvoje ir užsienio šalyse skiriama ekonomiškai patrauklioms AT. Darbe pateiktuose tyrimuose šios teritorijos užima du trečdalius visų AT. Ekonomiškai stiprioms AT būdinga daugiausia galimų naudojimo scenarijų, palyginti su likusiomis. Šios teritorijos yra susitelkusios ekonomiškai patraukliausiose miesto vietose (centrinėje miesto dalyje, gyvenamųjų rajonų susibūrimo vietose, jų prieigose ir kt.), tad miestų savivaldos sistemai jas atkurti ar atlikti paskirties keitimą, parenkant geriausius scenarijus, dažnai tampa finansiškai sunkiu uždaviniu. Vis dažniau pasitelkiamas PPP ekonominis modelis (angl. *Public and Private Partnership*).

1.2 lentelė. Apleistų teritorijų apibrėžčių Europos šalyse palyginimas (sudaryta autoriaus)

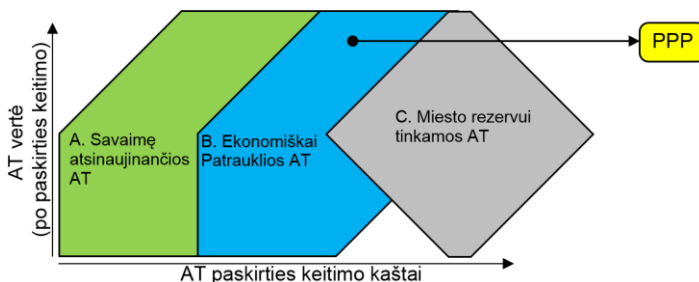
Table 1.2. The comparison of the definitions of urban brownfields in different European countries (created by author)

Šalis	Apibrėžimas
Austrija	Oficialaus apibrėžimo nėra. Neoficialus supratimas panašus į CABERNET priimtą apibrėžimą, apibūdinantį potencialias antriniam naudojimui skirtas teritorijas, mažiau atkreipiant dėmesį į taršos pavojų.
Belgija (Valonija)	Sklypai, kurie anksčiau buvo skirti ekonominei paskirčiai, tačiau dabar panaudojimas yra įvardijamas kaip „priešingas efektyviam žemės naudojimui“.
Belgija (Flandrija)	Apleistos ir anksčiau naudotos teritorijos, tačiau iki šiol turinčios aktyvų potencialą būti pertvarkytos arba išplėtos, tačiau šias galimybes riboja reali arba galima / reali (faktinės) taršos pavojų.
Bulgarija	Užterštos teritorijos – teritorijos, kuriose ankstesnė veikla yra nutraukta, tačiau tokios veiklos įtaka vis dar jaučiama gretimybėms.
Prancūzija	Anksčiau plėtota, tačiau dabar atvira erdvė, kuri šiuo metu laikinai arba visiškai aktyviai nenaudojama, tačiau būtina atkurti ateities reikmėms.
Nyderlandai	Teritorijos miestuose ir miesteliuose, kuriose buvo vykdoma pramoninė veikla, tačiau šiuo metu ji nutraukta, o teritorija nenaudojama.
Rumunija	Užteršta žemė (dirvožemis, gruntai).
Slovėnija	Visiškai nebefunkcionaliai apleistų pastatų žemė, paprastai aptinkama miesto urbanizuotose teritorijose.
Ispanija (tik Baskų kraštas)	Potencialiai užterštos žemės plotai. Pramoninių pastatų griuvėsiai.
Anglija ir Velsas	Anksčiau plėtota žemė – žemės plotas, kuris dabar arba anksčiau yra nuolatinės užstatymo struktūros (išskyrus žemės ūkio ar miškų ūkio priestatus ir pastatus), kuri turi jungtis su fiksuota paviršiaus infrastruktūra.

Tolesni geostatistinės AT analizės Vilniaus mieste rezultatai parodė, kad AT, pagal BP patenkančios į miesto rezervui skirtas zonas, paplitusios pramoninės paskirties teritorijų prieigose, miesto pakraščiuose. Kadangi šio tipo AT regeneracijos kaštai dėl gamtinių ir vietovės savybių mažai patraukliose miesto vietose yra didžiausi, o verslo subjektams esamuju laiku investuoti į šių AT atgaivinimą yra neefektyvu ir nenaudinga, savivaldos sistemai ją eksploatuoti yra pernelyg finansiškai sunku, racionalu šias teritorijas palikti kaip neišnaudotą

miesto išteklių ateities investicijoms, kai miesto plėtros strategija lems efektyvesnę šių teritorijų naudojimą. CABERNET išskyrė AT grupes pagal jų naujo naudojimo tikimybę (1.4 pav.).

Savaime besivystančių sklypų tipui priskiriamoms AT, kuriose nebūtina valstybės ekonominė intervencija. Jas tvarko privačių investuotojų rinka. Tačiau joms vis tiek gali būti reikalinga „švelnus“ valstybės įsitraukimas – formalioji (planavimas) arba neformalioji (neformali pagalba sujungiant sklypą, pagreitinant leidimų išdavimą ir pan.). Potencialiai ekonomiškai stiprių sklypų tipui geriausia valstybės įsitraukimo strategija – padėti jų savininkams (formaliai, neformaliai arba, pavyzdžiui, planuojant, arba skiriant atskiras valstybės investicijas tokiems tikslams kaip susisiekimo pagerinimas, aprūpinimas arba autobusų stotelių įrengimas ir pan.) paversti šiuos sklypus savaime besivystančiais sklypais. Šitaip sumažinami jų poreikiai valstybės ekonominei intervencijai, kuri būtų buvusi reikalinga kitu atveju; rezervinių sklypų išvalymas ir sutvarkymas priklauso tik nuo valstybės ekonominės intervencijos. Šiuo atveju tinkamiausia strategija – padaryti juos B tipo sklypais. Sklypai, keliantys galimą pavojų visuomenei, stipriai sudarko vietovaizdį arba yra laikomi istorine vertybe, turi būti išvalomi ir sutvarkomi. Kitų sklypų likimas priklausys nuo jų poreikio rinkoje būtinumo įvertinimo arba bus natūraliai veikiami ir naikinami gamtos (CABERNET 2007).



1.4 pav. Apleistų teritorijų klasifikacija pagal potencialią ekonomikos vertę ir paskirčiai keisti būtinus kaštus (Petriková *et al.* 2012)

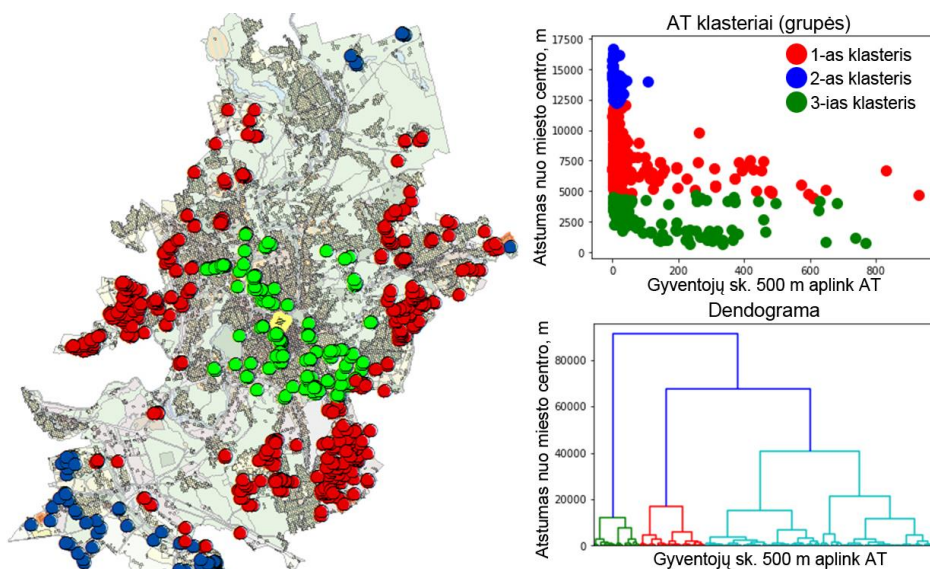
Fig. 1.4. The classification of brownfields considering the potential value of economy and costs estimated for changes in land purpose (Petriková *et al.* 2012)

Atsižvelgus į užsienio šalių praktikoje taikomas AT apibrėžtis, Lietuvos miestuose AT keliamus pavojus ir mokslinėje literatūroje nagrinėjamas AT savybes, galima teigti, kad anksčiau plėtotose ir dabar nenaudojamose bent vienerius metus apleistose teritorijose (nebūtinai užterštose) esantys pastatai ir statiniai (jeigu jų yra) arba jų liekanos neatitinka minimalių reikalavimų juos eksploatuoti nagrinėjamu momentu.

Siekiant objektyviai įvertinti skaitmenintas AT, pagal surinktus duomenis, jų poveikio tipą ir apimtis sudaryta DB, kurioje duomenys geografiškai agreguoti seniūnijos lygmeniu ir išvesti ankstyvieji vertinimo rodikliai (3.1.2 poskyris).

1.3. Apleistų teritorijų klasterizacija taikant kompiuterinio mokymosi metodą

Siekiant nustatyti AT grupes geografiniame modelyje, atlikta jų klasterizacija taikant Vilniaus miesto skaitmenizuotą modelį. Klasterizacija atlikta nagrinėjant atstumą nuo miesto centro (miesto centrą kaip atskaitos tašką laikant Vilniaus miesto centrinį paštą) ir tenkantį gyventojų skaičių 400 m aplink jas esančioje buferinėje zonoje, pritaikius mašininio mokymosi (angl. *Machine learning*, toliau – ML) metodiką ir hierarchinio klasterizavimo (angl. *Hierarchical clustering*, toliau – HL) būdą (1.5 pav.).



1.5 pav. Apleistų teritorijų klasteriai, suskirstyti pagal gyventojų skaičių 400 m buferinėje zonoje ir atstumą iki miesto centro 2016 m. (sudaryta autoriaus)

Fig. 1.5. The defined clusters of brownfields divided according to the number of residents in the buffer zone of 400 m and the distance from the city center in 2016 (created by author)

Nors Lietuvoje ML technologija statybos ir teritorijų planavimo srityse iki šiol nebuvo taikyta, pasaulyje, įskaitant ir neuronų tinklų veikimu grįstus

metodus, tai gan plačiai paplitęs metodas analizuoti statybos objektus, teritorijas, atlikti jų prognozes ir segmentaciją (Chen *et al.* 2018; Duerr *et al.* 2018; Pourghasemi, Rahmati 2018). Pritaikius ML ir HL klasterizacijos būdą bei panaudojus AT duomenis Vilniaus mieste, gauti trys geografiniai klasteriai. Jie tarpusavyje sudaro tris demografiniu požiūriu skirtingas miesto zonas, kurias perdengus su Vilniaus miesto centrine, tankiausiai apgyvendinta ir periferine zona, gaunamos vienodos ribos:

- 0–800 gyventojų, atstumas iki miesto centro 0–4,9 km (1-asis tipas);
- 0–650 gyventojų, atstumas iki miesto centro 4,9–12 km (2-asis tipas);
- 0–60 gyventojų, atstumas iki miesto centro 12–17 km (3-iasis tipas).

Taikant ML metodiką, AT galima klasterizuoti pagal bet kokius kiekybinius ir kokybinius veiksnius aprašomus objektus (Eremenko 2018).

HL rezultatai parodė, kad ekonomiškai patraukliausios teritorijos apima didžiąją dalį 2-ojo tipo teritorijų, susitelkusių aplink miesto centrą, pasižyminčių geru pasiekiamumu viešuoju ir privačiu transportu šalia jau išvystytų miesto teritorijų ir mažesnė NT verte. Šio tipo AT apima 39 % visų AT ir apima didžiausią gyventojų dalį, susikoncentravusią AT prieinamumo zonose.

Šie duomenys leidžia nustatyti prioritетines miesto zonas, sprendžiant optimalaus AT antrinio naudojimo problemą. Didinant ML ir HL klasterių skaičių, gaunami tikslesni rezultatai: pereinama iš BP į vietovės lygmenį. Skirstant Vilniaus miesto seniūnijas (D_i) pagal svarbą, tai suteikė papildomų duomenų spręsti AT naudojimo uždavinius (2.3 poskyris).

Hierarchinės klasterizacijos algoritmą vykdomantis kodas, parengtas *Python* programavimo kalba, pateiktas A priede.

1.4. Apleistų teritorijų vertinimo principai. Paskirties keitimo tipai

Tarptautinis požiūris į AT problemų sprendimo būdus brendo daugiau kaip 40 metų – nuo 1970 m., kai AT naudojimo klausimas buvo įkeltas tarp prioritetinių sprendžiant statybos ir urbanistinio pobūdžio problemas. Dabar šie būdai yra stipriai susieti su darnaus miestų bei regionų plėtros gairėmis ir turi būti taikomi pagal šiandien galiojančias normas ir pakitusią urbanistinę aplinką.

Skirtingos pasaulio šalys turi nevienodus standartus ir normas, pagal kuriuos vertinamos teritorijos kartu su visa urbanizuota ir neurbanizuota aplinka. Tai reiškia, kad riba, kurią viršijus, teritorija tampa dykra, yra reliatyvi sąvoka. Ją teritorijos regeneracijos atžvilgiu reikėtų vertinti atsižvelgiant į konkrečios šalies arba teritorijos mikroklimatą, būdingą urbanistinę struktūrą, užterštumo lygį, vyraujančią gyventojų socialinę padėtį ir kitus veiksnius (United States Environmental... 2011).

Mokslinėje literatūroje išskiriami trys AT paskirties keitimo poveikio tipai: ekonominis, socialinis ir aplinkos. Pagal teritorijos rūšį apibendrinti šių tipų poveikio galimi rezultatai pateikti 1.3 lentelėje.

Priskyrus teritoriją kaip AT, turi būti numatomi šie veiksmai siekiant subalansuoti miesto plėtrą pertvarkant jo teritorijas pagal darnios plėtros principus:

- galutinės žemės paskirties parinkimas;
- paskirties keitimo procedūros parinkimas (koku būdu turi būti pakeista teritorijos paskirtis);
- tolesnio teritorijos naudojimo vizija, jos parinkimas, integravimo į bendrą urbanistinį karkasą strategija.

Atsižvelgiant į mokslinėje literatūroje aptinkamus pavyzdžius (Paul Bardos *et al.* 2016; Krejči *et al.* 2016), pramoninės paskirties objektų ir AT paskirties keitimas gali vykti keliais būdais:

- kai paskirtis atnaujinama;
- kai paskirtis keičiama išsaugant nepakitusią architektūrinę-urbanistinę išraišką. Tinka tuo atveju, kai objektas pripažintas industriniu paveldu;
- kai paskirtis keičiama iš esmės keičiant situaciją – tai kompleksinė teritorijos regeneracija. Vykdoma tais atvejais, kai pramoninės paskirties objektas yra pripažintas visiškai neveiksniu ir neatitinkančiu naujų poreikių, todėl yra rengiama nauja urbanistinė koncepcija.

AT poveikio tipo nustatymas sudaro sąlygas atpažinti galimus AT pavojus ir numatyti teritorijų planavimo priemones šiems pavojams sumažinti arba panaikinti.

1.3 lentelė. Apleistų teritorijų vertinimas pagal poveikio tipą

Table 1.3. The brownfield's assessment considering the type of effect

Poveikio tipas	Fizinė būklė (įvertinant taršą)	Ekonominė būklė
Ekonominis poveikis	Aplinkinių sklypų (gretimybės) nuvertėjimas.	Ekonominių galimybių praradimas, mokesčių bazės netekimas.
Socialinis poveikis	Gretimų teritorijų nuvertėjimas, nepatrauklumas.	Darbo vietų sumažėjimas, ypač centrinėje miesto dalyje.
Ekologinis poveikis	Galima rizika gamtai ir žmonių sveikatai, žala biologinei įvairovei ir ekosistemos palaikymo funkcijoms.	Žemės plėtros galimybių sumažėjimas, aplinkai žalingos miesto plėtros vykdymas.

Mokslinėje literatūroje gausu apžvalginių mokslinių straipsnių, vietinių atvejo studijų ir gerosios patirties pavyzdžių. Nepaisant to, dabartinėje mokslinėje literatūroje pasigendama bendrosios, vientisos AT poveikį ir galimą panaudojimą

apibrėžiančių rodiklių nustatymo metodologijos. Pasigendama kompleksiško daugiasektorinio vertinimo, kuris leistų hierarchizuoti šiuos veiksnius pagal kiekvienos šalies prioritetus, keliamus tikslus ir turimas galimybes. Šiam tikslui tinka daugiaparametris kiekybinis rodiklių vertinimas, pasitelkiant geriausius ir didžiausią darbo patirtį turinčius specialistus.

1.5. Apleistų teritorijų apimties ir skaičiaus mažinimo būdai. Geroji užsienio šalių praktika

Tvaresnis urbanizmo koncepcijos daugiau nei dešimtmetį yra aktualios ir analizuojamos įvairių užsienio (Xiaoling, Huan 2018; Céspedes Restrepo, Morales-Pinzón 2018; Mostafati 2010) ir Lietuvos urbanistikos bei kraštovaizdžio specialistų (Burinskienė *et al.* 2003; Stauskis 2010; Urbonaitė 2010, 2011; Zaleckis *et al.* 2014 ir kt.).

Plataus masto miesto teritorijų atgaivinimo programos grįstos sociokultūrinėmis ir politinės strategijos idėjomis. Jos įgyvendintos Barselonoje (1992), Bilbao (1997), Glazge (2000), Kardife (2004) ir kituose miestuose (Klusáček *et al.* 2018, Håkansson 2017). Atskirus teritorijų atgaivinimo atvejus nagrinėjo Moldoveanu ir Franc (2013). Kompleksiškai taikant bendruomenių įsitraukimo į planavimo procesus idėjas bei įgyvendinant socialinę ir ekonominę plėtrą, Didžiojoje Britanijoje susiformavo savita planavimo kultūra, kuri tapo etalonu kai kurioms kitoms Europos šalims (Hallsworth, Coca-Stefaniak 2018; Shaw *et al.* 2018; Butkus 2011).

Vidinis ryšys tarp ekonomikos ir aplinkos geriausiai rodo AT formavimosi dinamiką, kuriai didžiausią įtaką daro ekonominės plėtros planavimas ir jį lemiantys faktoriai (Rafson, Harold J. 1999). Kai 1981 m. užsidarė paskutinis Londono dokas, nedarbo lygis išaugo iki 17,8 %, per dešimtmetį išsikėlė per 20 % gyventojų, dėl to sumažėjo daugiau nei 10 tūkst. darbo vietų. Visas pramoninis rajonas ant Temzės pakrantės ėmė merdėti. Nors pakrančių žemių paskirtis imta keisti iš karto po dokų uždarymo, ši procesą komplikavo daug žemės savininkų. Tam, kad teritorijos pertvarkymo procesai vyktų sistemingai ir atitiktų miesto plėtros strategijos nuostatas, įsteigta nevalstybinė organizacija LDDC. Visa žemės paskirčiai numatyta teritorija užėmė maždaug 22 ha. LDDC buvo suteiktos teisės nustatyti planuojamų pastatų aukštingumą, eksterjero parametrus, įgyti savininkų teisę ir kt. Taip pat priskirtos dalinės plėtros ir reguliavimo teisės, o tai darė įtaką naujų investuotojų pritraukimui.

Keičiamos paskirties teritorijose įsikūrė muziejai, teatrai, bibliotekos, kitos viešosios įstaigos, pastatyti gyvenamųjų namų kompleksai. Šitaip buvo sukurta daugiafunkcė miesto zona, turinti didelį kultūros, komercijos ir gyvenamojo fondo potencialą. Ryškiausias paskirties keitimo simbolis yra Canary Wharf mikrorajonas,

kuriame buvo pastatytas didžiausias Didžiojoje Britanijoje verslo centras. Gautos lėšos buvo paskirstytos viešosioms įstaigoms steigti, infrastruktūrai gerinti, naujiems keliams tiesti ir kt. (Matulevičius, Šliogerienė 2011).

Vieną naujausių AT galimų pavojų tyrimų – gyvavimo ciklo vertinimą (angl. *Life-cycle assessment*) – atliko Belgijos ir Nyderlandų mokslininkai Beames, Broekx ir kt. (Beames *et al.* 2018, 2015). Nepaisant to, kad tirti buvo pasirinkta tik viena 2 ha ploto teritorija Belgijoje, vienoje vertinimo sistemoje buvo kompleksiskai įvertinta ekologinių rodiklių aibė ir parengtas alternatyvų vertinimas. Rumunijoje ir kitose šalyse, vertinant AT naudojimo alternatyvas, sprendimai priimti remiantis erdvinės analizės rezultatais, taikant GIS technologiją (Garcia-Ayllon 2018). Vokietijos mokslininkai vertinti AT problematiką siūlo nustatant vyraujančios vietovės paskirties tipo ir joje esančios AT rodiklių kombinacijas (Schädler *et al.* 2010).

Sėkmingas PPP pavyzdys yra Liverpulio miestas. 2005 m. šiame mieste esančiai Waterfront teritorijai (1.6 pav.) pertvarkyti ES ir Didžioji Britanija kartu su privačiu sektoriumi iš viso skyrė 560 mln. eurų.



1.6 pav. Waterfront vietovėje esančių apleistų teritorijų paskirties pakeitimas į mišrios paskirties zoną Liverpulyje (Maliene *et al.* 2012)

Fig. 1.6. Changes in the purpose of brownfields in the Waterfront area replacing brownfields areas with for the mixed functional area in Liverpool (Maliene *et al.* 2012)

Privataus ir viešojo kapitalo partnerystės principu (toliau – PPP) AT ir aplinkinėse nenaudojamose miesto teritorijose buvo sukurti verslo, poilsio kompleksai, kurie sudarė mišrios paskirties teritorijas. Tokiu būdu buvo įsteigta apie 2500 naujų darbo vietų, sukurtas estetiškas aplinkos vaizdas, renovuoti kai kurie senieji pastatai, taip išsaugotas istorinis aplinkos identitetas tapęs kultūros paveldas. Buvo įrengta potvynių apsaugos sistema. Įgyvendinus šiuos sprendinius, pastebėta, kad šios teritorijos vandens energiniai poreikiai ir vandens bei oro tarša gerokai sumažėjo (European Commission 2013; Maliene *et al.* 2012).

Reprezentatyvus pramoninės paskirties AT paskirties keitimo kuriant pridėtinę ekonominę naudą pavyzdys yra Niujorke. Ten 2006 m. prasidėjo 2,33 km ilgio geležinkelio trasos ir greta esančios teritorijos paskirties trys keitimo etapai. Jie įgyvendinti per 12 metų. Darbai pabaigti 2014 m. (Kimmelman 2014, 1.7 pav.).

Šis projektas buvo įgyvendintas taikant PPP finansavimo modelį (1.8 poskyris). Vienas sutvarkytas akras po paskutinio etapo kainavo apytikriai 29,6 mln. eurų, tai yra beveik didžiausia parko kaina žmonijos istorijoje. Didžioji dalis šios sumos yra privačios lėšos. Investuotojai į šios teritorijos paskirties keitimą investavo kryptingai: dabar ten (Manhateno vakarinė dalis) įkurtas 26 akrų ploto kelių milijardų eurų vertės architektūrinis kompleksas, apimantis zoologijos sodą, ypač aukštus verslo centrus ir gyvenamąsias zonas.

Nuo to laiko, kai prasidėjo pirmasis projekto etapas, nebuvo užregistruota nė vieno rimto kriminogeninio akto keičiamoje teritorijoje. Tai rodo, kad teritorijų paskirties keitimas, kaip teritorijų formavimo metodas, teikia ne tik ekonominę naudą, tačiau ir lemia tinkamą aplinką stiprinti socialinį imunitetą ir bendruomeninius ryšius (Wilson 2011).



1.7 pav. Aukštuminės linijos (angl. *High Line*) pertvarkyta teritorija Niujorke (nuotrauka: Pinterest 2017)

Fig. 1.7. The redeveloped area of the High Line rail route in New York (Pinterest 2017)

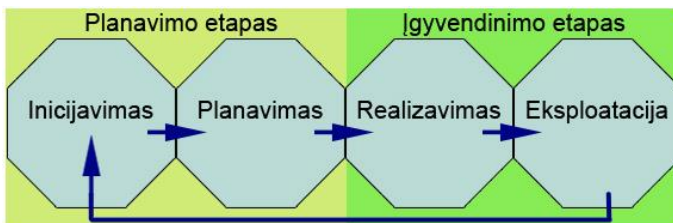
Siekiant spręsti AT problemas, 2014 m. pradėtas įgyvendinti REVIT projektas, jungiantis Vokietiją, Prancūziją, Jungtinę Karalystę, Velsą ir Nyderlandus (EUGRIS 2005). Projekte teigiama, kad kompanijos, be techninių reikalavimų vykdymo, turi jausti ir socialinę atsakomybę arba nedalyvauti procese visai. Finansinis klausimas turi būti tik vienas iš rodiklių (Ertel *et al* 2008). Postsovietinėse šalyse AT problematika dėl įtemptos finansinės padėties vis dar tebėra sunkiai įveikiamas iššūkis. Šios priežastys lėmė, kad AT rodiklių atranka paremta pirmiau įvardytų Vakarų šalių ir kai kurių Rytų bloko šalių, tokių kaip Čekija ir Slovakija, patirtimi.

Šiose šalyse didžiausi AT pertvarkymo procesai vyksta tik prioritetinėse ir planinio reguliavimo priemonėmis atrinktose vidinėse miesto erdvėse (Frantal *et al.* 2015).

Teritorijų paskirties keitimas pagal teritorijos apimtį gali būti dviejų rūšių: atskirojo sklypo ir kompleksinė, apimanti keletą greta esančių sklypų. Remiantis postsovietinių šalių gerąja patirtimi, AT turi būti vertinamos ir tvarkomos laikantis holistinio požiūrio į AT pavojus ir neišnaudotas galimybes. Ši tvarka gali būti apibrėžta šiais nuosekliais etapais (1.8 pav.), pradedant nuo planavimo ir baigiant įgyvendinimo etapu.

Praktikoje holistinio požiūrio principai dėl AT problematikos kompleksiskumo gali būti apibrėžti tik gan abstrakčiomis gairėmis. Todėl, sprendžiant AT problematiką ir mažinant keliamus pavojus, jų įsisavinimo tvarką būtina reglamentuoti apibrėžus horizontaliąsias ir vertikaliąsias fazes. Toks AT tvarkos struktūrizavimas sudaro sąlygas nuosekliai vykdyti regeneracijos procesą, kartu įtraukti suinteresuotąsias šalis, jų keliamus tikslus, projekto įgyvendinimo fazes ir galutinius gavėjus bei naudotojus (1.9 pav.).

Didžiosios Britanijos, Vokietijos ir Prancūzijos patirtis rodo, kad teritorijų kaitai įtakos turėjo deindustrializacija, globalizacija, demografiniai pokyčiai ir pasenusi aplinkos urbanistinė struktūra. Dėl šių reiškinių kiekvienoje iš šalių susiformavo tam regionui būdingų veiksnių nulemtos politinės priemonės, kurios atspindi pagrindinius nacionalinius prioritetus: socialinės atskirties mažinimas Prancūzijoje, teritorijų naudojimo tolygumas Vokietijoje, žemės naudojimo efektyvumas Didžiojoje Britanijoje (Masson 2018; Couch *et al.* 2011).



1.8 pav. Apleistų teritorijų pertvarkymo eigos etapai ir procesai pagal holistinio požiūrio principus (Norman *et al.* 2015)

Fig. 1.8. Brownfield transformation stages and processes in accordance with the principles of the holistic approach (Norman *et al.* 2015)

Buvusių karinių, pramoninių teritorijų mieste paskirties keitimas – tai vienas efektyviausių miesto tvarios plėtros būdų. Užterštos AT iš piktžaidžių tampa visavertėmis miesto dalimis, pritraukiančiomis gyventojus atgal į miestą. Naudojantis esama miesto inžinerine, transporto, socialine infrastruktūra išvengiama didžiulių papildomų investicijų (Leitanaitė 2010). Butkus (2011)

teigia, kad kaip kultūrinio miesto potencialo dalis yra rekreacinė miesto struktūra, kuri priklauso nuo miesto gyventojų laisvalaikio, sveikatos priežiūros įpročių, išsilavinimo ir kultūros tradicijų. Anot Butkaus (2011), rekreacinė miesto struktūra yra miesto kultūrinio potencialo dalis.

AT sutvarkymo planavimo fazės pagal prioritetą gali būti skirstomos nuo AT nustatymo iki įgyvendinimo ir išmoktų pamokų. Remiantis holistine samprata, šios fazės įvykdymas sudaro prielaidas kaupti gerąją miesto arba šalies patirtį ateities planavimo kultūrai, dialogui su vietos bendruomenėmis.

Fazės	Informacijos resursai	Informacijos šaltiniai	Gavėjai
AT atpažinimas (nustatymas)	Vieta, rodikliai, infrastruktūra, nuosavybė, planavimo sąlygos	Į IŠORĘ: investicinių zonų DB, AT įrašai su savybėmis	Bendruomenė, vietinė valdžia
Plėtros potencialas	Proceso dalyviai, institucijos, nuosavybės inventorių, vieta, potencialūs finansavimo šaltiniai, paklausa, aprūpinimas (tiekinimas)	Į VIDŲ: investicinių zonų DB – AT. AT įrašai su savybėmis	Investuotojai, bendruomenė
Planų rengimas	Tikslai ir prioritetai, integruoti veiksmų planai, idėjų bankas, gairės ir rekomendacijos	Į VIDŲ: projektų DB, inspiracijos, įrankiai, geriausia praktika, dalyvių atsiliepimai	Projektų valdytojai, AT valdytojai, suinteresuotos šalys
Žemės paruošimas ir vystymas	Atgaivinimo potencialas, žemės ir viešosios erdvės, vystymo metodai, visuomenės dalyvavimas ir informacija	Į VIDŲ: projektų DB, iniciatyvos	Investuotojai, suinteresuotos šalys
		Į IŠORĘ: medija	
Įgyvendinimas	Projekto planas, užbaigimo rezultatai	Į IŠORĘ: medija	Suinteresuotos šalys
Išmoktos pamokos	Projekto būsena ir užbaigimas, geriausia praktika, inovacijos, išmoktos pamokos	Į IŠORĘ: AT DB	Suinteresuotų šalių ateitis, AT valdymas

1.9 pav. Apleistų teritorijų sutvarkymo įtraukiant dalyvius, etapus ir užduotis fazės ir procesai (Cobraman project 2012, sudaryta autoriaus)

Fig. 1.9. The phases and processes of brownfields redevelopment involving interest parties, stages and tasks (Cobraman project 2012, created by author)

AT tvarkyti taikant paskirties keitimą siekiant darnios miesto plėtros, turi būti numatomi veiksmai:

- žemės galutinės paskirties parinkimas;
- paskirties keitimo procedūros parinkimas;

- tolesnio teritorijos naudojimo vizija, teritorijos atrinkimas, integravimo į bendrą urbanistinį karkasą strategija.

Į procesų užbaigimo etapą, priklausomai nuo AT savybių ir keliamų tikslų, gali būti įtraukiami aplinkos apsaugos, kultūros paveldo, vadybos ir valdymo, ekonomikos, finansų ir teritorijų planavimo specialistai.

Siekiant kurti pridėtinę vertę ateities AT naudojimo sprendiniams, stambiausių Europoje AT paskirties keitimo projektų aprašymai su duomenimis viešai prieinami ES inicijuoto TIMBRE projekto medžiagoje (TIMBRE 2012).

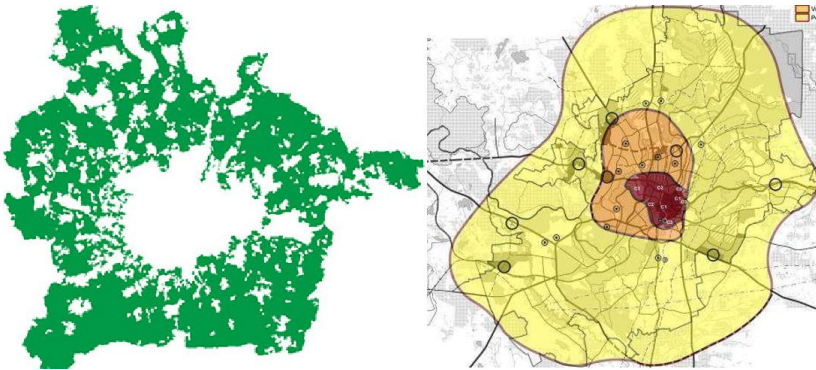
1.6. Demokratinio ir strateginio planavimo pavyzdžiai

Didžioji Britanija – viena iš nedaugelio šalių, kuri turi ilgalaikę žemės naudojimo politiką, naujo AT naudojimo paramos politiką bei programas. Šalyje egzistuoja atidus naujo AT naudojimo monitoringas valstybės lygmeniu.

Centralizuota planavimo sistema, naudojant žaliuosius žiedus (1.10 pav.), Didžiojoje Britanijoje padėjo sustabdyti didžiųjų miestų ekspansiją į periferiją, taip skatinant apleistas miestų vietas naudoti naujoms statyboms. Nors Vokietijos patirtis parodė, jog tokia planavimo sistema ne visais atvejais duoda norimą rezultatą, tačiau sudaro sąlygas lengviau nustatyti miestų sklaidos į periferinę zoną pobūdį. Vilniaus mieste periferinė zona sudaro apie 11,2 tūkst. ha.

Didžiojoje Britanijoje ir Vokietijoje kontroliuoti miestų plėtrą ir palaikyti tinkamas sąlygas perorganizuoti dykras taikomas centralizuotas miestų planavimo modelis, kuris daugeliu aspektų yra sėkmingas. Viena didžiausių kliūčių, su kuria susidūrė Didžiosios Britanijos sprendimų vykdytojai, yra nuosavybės teisės perėmimas. Tai lėmė situaciją, kai, nepaisant didelės apimties parengtų analizių ir projektų, konkretūs sprendiniai liko neįgyvendinti arba jų įgyvendinimas buvo atidėtas (Adams *et al.* 2010).

Oficiali šių šalių statistika rodo, kad nuo 2008 m. Didžiojoje Britanijoje net 77 % naujų namų pastatyta ankstesnėse miestų dykrose, kai šis skaičius 1996 m. siekė tik 57 %. Vokietijoje pagrindinė žemės naudojimo statistika išryškina bendrąjį miestų augimą, įskaitant ir transporto sistemoms skirtas teritorijas. Lyginant tarpusavyje šių šalių statistinius duomenis, apskaičiuota, kad miestų periferinis plėtimasis (plečiant administracines ribas) Vokietijoje buvo 4 kartus spartesnis negu Anglijoje (atitinkamai 6,7 % ir 1,8 %) nuo 1990 m. iki 2000 m. Bendroji žemės apimtis šiuo laikotarpiu Vokietijoje siekė 174,4 tūkst. ha. Tuo pačiu metu Anglijoje – tik 30,4 tūkst. ha, t. y. beveik 6 kartus mažiau. Europos Komisija (2013), komentuodama šią situaciją, teigia, kad Didžiojoje Britanijoje miestų planavimo politika yra daug griežtesnė negu Vokietijoje, o žaliojo žiedo koncepcija sulaukė didelio visuomenės palaikymo.



1.10 pav. Londono žaliasis žiedas (kairėje) ir Vilniaus periferinė zona (dešinėje)
Fig. 1.10. London Green belt (left) and the peripheral zone of Vilnius (right)

Skirtingus centralizuoto miestų planavimo rezultatus taip pat lėmė įvairiapusė politinė aplinka, požiūris į miestų plėtimąsi ir ypač į jos padarinius. Kai žaliųjų žiedų planavimo metu Didžiosios Britanijos miestuose buvo taikyta „izoliavimo“ politika, Vokietijoje taikyta strateginė miestų plėtra į kaimo vietovių ribas ieškant kompromisų su žemės valdytojais. Taigi, skirtingai negu Didžiosios Britanijos miestuose, Vokietijoje nebuvo jokios žaliųjų miestų žiedų alternatyvos. Todėl miestų plėtos laisvė buvo iš esmės nelygiavertė. Tik 2002 m. Vokietijos politikai atkreipė dėmesį į galimą tokios plėtos žalą. Tačiau žemesnės instancijos savivaldos pakluso aukštesnio rango valdžios institucijoms ir jų priimtai politikai.

Skirtingose pasaulio šalyse dominuojantys miesto aplinkos veiksniai lemia AT tvarkymo strategiją ir gaires. Darbe apibrėžtos Vilniaus miesto AT sutvarkymo gairės pagal tuos pačius miesto aplinkos bruožus gali būti taikomos ir kituose Centrinės ir Rytų Europos miestuose.

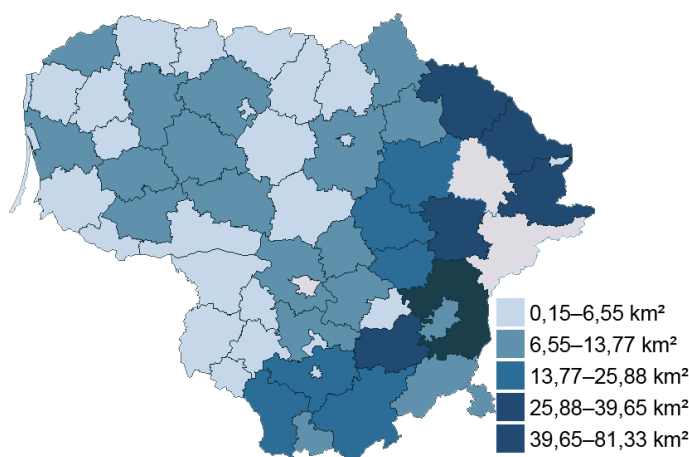
1.7. Apleistų teritorijų mastas Lietuvoje

Atliekant Vilniaus miesto esamos būklės vertinimą ir susiejant užfiksuotus geoerdvinius duomenis su TPSIS (2015) pateiktais duomenų rinkiniais, pavyko nustatyti, kad AT mastas (2.7 pav.) vizualiai yra didesnis, nei deklaruojama BP sprendiniuose. Šią problemą dar 2007 m. iškėlė Leitanaitė (2007).

AT skaičius Lietuvoje buvo fiksuojamas 2011–2015 m. Paskutiniais fiksavimo metais jų priskaičiuota 700 km² (70 tūkst. ha). Iš 1.10 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad didžiausias jų skaičius (beveik 80 km², t. y. 8 tūkst. ha) yra susitelkęs Vilniaus miesto periferinėse zonose ir apskrityje.

Nepaisant subjektyvaus AT matavimo technologijos, šiuos istorinius duomenis reikia paaiškinti. Šią tendenciją galima argumentuoti pastarąjį

dešimtmetį vykstančia sparčia Vilniaus miesto urbanizacija, ypač gyvenamojo būsto fondo sąskaita, naujų statybos projektų apimtį rengimu (ir įgyvendinimu) bei urbanistiniu poveikiu aplinkinėms gyvenvietėms. AT kiekio matavimai leidžia pažvelgti į jų apimtį nacionaliniu lygmeniu ir išryškina prioritetą AT keliamas problemas ir iššūkius nagrinėti Vilniaus miesto kontekste. Kita vertus, AT sklaidos kitimą galima gretinti su vietos ekonominių rodiklių gerėjimu atskiruose šalies rajonuose. Pavyzdžiui, galima kelti prielaidą, kad AT skaičiaus prieaugis periferinėse Vilniaus miesto zonose išryškina ekonominio potencialo erdvę naujiems verslams ir naujoms darbo vietoms sukurti.



1.11 pav. Apleistų teritorijų pasiskirstymas Lietuvoje pagal rajonus 2015 m. (TPSIS 2015)

Fig. 1.11. The distribution of brownfields by the regions of Lithuania in 2015 (TPSIS 2015)

Penkerių metų laikotarpiu dėl suintensyvėjusių statybų AT Lietuvoje sumažėjo beveik du kartus (1.4 lentelė). Šis procesas sparčiausiai vyko mažesnės vertės periferinėse miesto zonose, kurios anksčiau prarado savo funkciją, tačiau buvo tinkamos vykdyti statybas papildomai teritorijos neišvalant. Dalyje šių teritorijų jau prasidėję paskirties keitimo procesai, tačiau jie nėra greiti ir efektyvūs.

1.4 lentelė. Apleistų teritorijų skaičiaus kaita Lietuvoje 2011–2015 m. (TPSIS 2015)

Table. 1.4. Changes of amount of brownfields areas in Lithuania between 2011 and 2015 (TPSIS 2015)

Metai	2011	2012	2013	2014	2015
AT kiekis, km ²	1421,96	1421,96	1357,62	768,24	699,95

Taikant skirtingą AT nustatymo būdą, jas apibūdinantys statistiniai dydžiai gali skirtis. 2013 m. dėl netikslumų kilęs sąmyšis šias žemes vertinti pagal palydovo darytas aerofotonuotraukas sukėlė prielaidas abejoti pateiktais duomenimis. Mokslinė patirtis atskleidė, kad praktikoje toks matavimo būdas yra vienas netiksliausių (1.5 lentelė).

Didžiausi netikslumai nustatyti vertinant žemės ūkio paskirties teritorijas. Dėl registre aptiktų apleistų žemių neatitikčių, apie 80 % ūkininkų, kuriems reikėjo mokėti didesnę žemės mokestį, susidūrė su laikiniais žemės eksploatavimo suvaržymais.

1.5 lentelė. Apleistų teritorijų stebėsenos metodų vertinimas (Kuliešis *et al.* 2011)

Table 1.5. The Assessment of monitoring methods for brownfields (Kuliešis *et al.* 2011)

Veiksniai	Matavimai	Aerofotografavimas	Palydovinės nuotraukos
Tikslumas	Iki 10 cm	2–3 m	2–10 m
Išlaidos	Didelės	Vidutinės	Mažos
Laiko sąnaudos	Didelės	Didelės	Mažos
Objektyvumas	Subjektyvu	Subjektyvu	Objektyvu
Dažnumas	Viena patikra	3–5 m periodas	Sezoninis ir 3 m istorija

Lietuvoje paplitęs AT matavimo būdas sunkiai pritaikomas urbanizuotose teritorijose, kur būtina kokybinė apžiūra, socialinis, ekonominis ir gamtinis vertinimas.

1.8. Viešojo ir privataus sektorių partnerystės modelis, taikomas apleistų teritorijų paskirčiai keisti

Keičiantis rinkos sąlygoms, NT analitikai pažymi, kad pastaraisiais metais gyventojų migracija į periferines miestų zonas slopsta. Atlikus papildomas apklausas siekiant sužinoti visuomenės nuomonę, nustatyta, kad dėl lengvai pasiekiamos išplėtos socialinės ir dar sovietmečiu sukurtos inžinerinės infrastruktūros gyventojai vis dažniau renkasi būstus arčiau miesto centro. Praktika rodo, kad periferinėse zonose panaudoti esamą miesto inžinerinę infrastruktūrą yra ekonomiškai naudingiau negu tiesti naują. Siekiant racionalizuoti teritorijų planavimą ir naujos infrastruktūros plėtrą, būtina ne tik subalansuoti miestų planavimo ir plėtros metodus, bet ir nustatyti galimus finansinius saugiklius, perimti gerosios praktikos pavyzdžius iš užsienio šalių (Sharma, Newman 2018; Li *et al.* 2018).

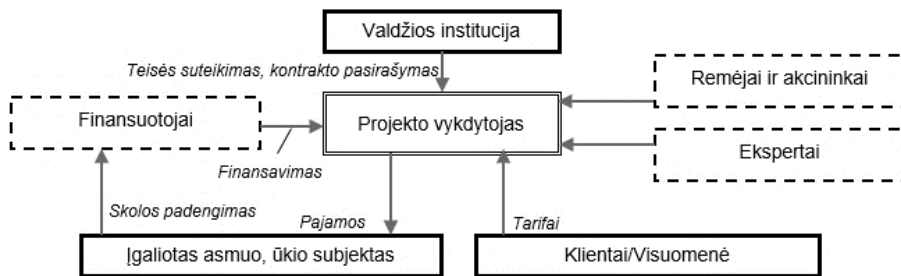
Galimi du pagrindiniai AT atkūrimo finansavimo šaltiniai:

- privatūs investuotojai;
- viešieji šaltiniai;
- galimos pirmojo ir antrojo šaltinių kombinacijos (Geddes, Reeves 2017; Jackson *et al.* 2010).

Lietuvoje PPP taikyti imta tik 2010 m. Tada įsigaliojo LR investicijų įstatymo ir susijusių teisės aktų nuostatai, kurie tapo teisiniu pagrindu rengti ir įgyvendinti PPP projektus (Centrinė projektų valdymo agentūra 2014).

Lietuvoje apleistų pastatų likvidavimo programa finansuojama iš ES struktūrinių ir viešųjų fondų. Ši programa apima tik rajonų savivaldybių valdomas teritorijas, kurioms Vyriausybė kiekvienais metais skiria apie 600 tūkst. eurų apleistiems pastatams ir teritorijoms tvarkyti (LR aplinkos ministerija 2008). ES finansinių investicijų laikotarpiu per Vidaus reikalų ministerijos (toliau – VRM) priemones buvo skirta 138,4 mln. eurų investicijų penkioms didžiųjų Lietuvos miestų viešosioms erdvėms ir AT tvarkyti. Tai lėmė spartų AT skaičiaus Lietuvoje sumažėjimą (1.5 lentelė) per paskutinius penkerius metus. Skačiuojama, kad Lietuvoje artimiausius kelerius metus investicijoms, skirtoms infrastruktūrai modernizuoti ir gerinti, reikia daugiau kaip 350 mln. eurų.

Rengiant teritorijų pertvarkymo ir miestų plėtros projektus, didžiausiu iššūkiu tampa finansavimo klausimas. Potencialūs investuotojai linkę mažai investuoti į AT tvarkymą, o savivaldybėms tokias žemes turėti ir atgaivinti dažnai finansiškai nenaudinga. Pasaulinė patirtis rodo, kad viešojo sektoriaus infrastruktūros objektams atnaujinti plačiai taikomas PPP (1.12 pav.) modelis (Bertoméu-Sánchez *et al.* 2018; Rouhani *et al.* 2018; Polyakova 2016).



1.12 pav. Privataus ir viešojo sektoriaus partnerystės veikimo schema (United Nations ESCAP 2011)

Fig. 1.12. A scheme for a collaborative Private and Public Partnership (United Nations ESCAP 2011)

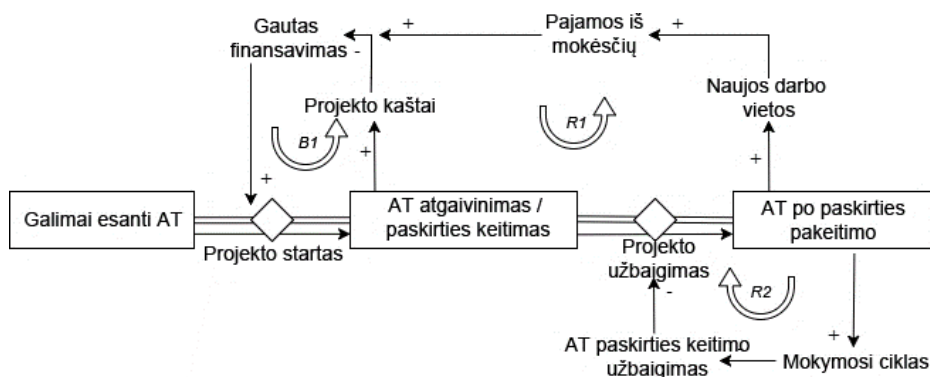
Privataus kapitalo išitraukimas į AT atkūrimą yra ankstesnio savininko pozicijos išraiška. Jis rinkos ar kitomis sąlygomis įgaliotas atkurti AT. Kita finansavimo galimybė – privataus investuotojo, kaip naujojo savininko, kurio

tikslas – AT įkurti verslą, indėlis (Glumac *et al.* 2015; Roig, Soriano 2015; Guzmán, Sierra 2012; Weihe 2005).

PPP projektai įgyvendinami nuosekliais žingsniais: pasirinkus PPP objektą ir privatų subjektą, pasirašoma PPP sutartis ir pradedamos pirminės investicijos bei statybos ar tvarkymo darbai. Baigęs statybos ar tvarkymo darbus per numatytą laikotarpį, privatus sektorius teikia paslaugas ar užsiima komercine veikla pagal sutartyje numatytas sąlygas. Pasibaigus PPP sutartyje numatytam terminui, turtas perduodamas viešajam subjektui (Kaklauskas *et al.* 2012). Lietuvoje tokiu principu pastatytų, rekonstruotų arba šiuo metu statomų (arba parengti dokumentai statybai) viešosios ir socialinės infrastruktūros, švietimo įstaigų, pramogų ir kitų miestų gyventojų poreikius tenkinančių objektų nuo 2010 m. priskaičiuojama 19. Iš jų Vilniuje – tik 4 (PPP Lietuva 2018).

Iš pradžių PPP projektai neatrodo pigiausias pasirinkimas, tačiau per ilgą laikotarpį (paprastai 25 metai) toks modelis dažniausiai atsiperka. Tokiuose projektuose pritaikoma privataus sektoriaus turima patirtis ir naudojamas jo kapitalas, todėl eksploatuojant turtą, valstybės sąnaudos gali būti net kelis kartus mažesnės. Dėl šios priežasties, laikui bėgant, valstybė sutaupo, verslo subjektai gauna ekonominę naudą, o visuomenė įgyja naują infrastruktūrą mieste: parkus, skverus, aikštes, reikalingas paslaugas, patrauklią gyvenamąją aplinką, būstą ir kitus gyvenimo kokybę lemiančius miesto erdvės elementus.

Priežastinio ciklo schema (1.13 pav.) išryškina AT pertvarkymo priklausomybę nuo skirtų lėšų. Praktika rodo, kad AT pertvarkymo kaštai tampa mažesni, kai parenkamas komercinės zonos paskirties keitimo scenarijus (BenDor *et al.* 2011).



1.13 pav. Dinaminės hipotezės modelis, skirtas sėkmingam ekonominiam modeliui numatyti (sudaryta autoriaus)

Fig. 1.13. A model for a dynamic hypothesis on the presumed successful economic model (created by author)

Mokslininkai, nagrinėjantys gerąją ir blogąją PPP patirtį lemiančius veiksnius (Kumar *et al.* 2018; Koppenjan, Enserink 2009), išskiria, kad dažniausi blogosios patirties rizikos veiksniai yra šie: investuotojų monopolio suformavimas, dėmesio stoka partneriams, nepakankamas dėmesys darniosios plėtros veiksniams, efektyviam išteklių naudojimui ir kt.

Planuojant ilgalaikės perspektyvos inžinerinės infrastruktūros sprendinius, tai ekonomiškai efektyvesnis sprendimas: vieno tiesinio kilometro asfaltbetonio dangos konstrukcija atsieina 435–580 tūkst. eurų, o didžiausią įtaką bendram kelių ilgio padidėjimui turėjo miestų, gyvenviečių ir naujų gyvenamųjų rajonų plėtra. Naujo vartotojo prisijungimas prie elektros tinklų 80 % kompensuojamas iš tinklo sąskaitų. Vadinasi, už vartotojų prisijungimą sumoka esami vartotojai (Laurinėnaitė-Šimelevičienė 2012).

Užsienio praktika rodo, kad prie aktyvių poilsio zonų, kuriose įrengti treniruokliai, riedučių ir riedlenčių aikštelė arba pastatyta vaikų žaidimų aikštelė, būsto vertė auga apie 5–10 %. Ramybės poilsio zonų (pasyvių žaliųjų zonų) prieigose NT gali būti brangesnis net iki 20 %. AT esančių žaliųjų zonų prieigose privatus kapitalas gali lemti esmines šios vietovės transformacijas plečiant ir parduodant NT ir taip sukurti tinkamą socialinę aplinką gyventojams.

Ši praktika rodo, kad PPP modelis suteikia sąlygas prikelti AT ir sukurti naują viešąją ir inžinerinę infrastruktūrą. Nors PPP modelis Lietuvoje gilių tradicijų neturi, tačiau, sprendžiant AT keliamus pavojus ir įvertinus galimą naudą, šis būdas vertinamas kaip vienas svarbiausių.

1.9. Apleistų teritorijų naujos paskirties naudojimo patirtis Lietuvoje

Lietuvos miestuose AT paskirties keitimo procesai suaktyvėjo atkūrus nepriklausomybę ir privačiam kapitalui iš esmės prisidėjus prie miestų plėtros. Dėl besąlygiškai teigiamai vertintų investicijų į miesto plėtros procesus išryškėjo žalingos teritorijų paskirties keitimo tendencijos (Matulevičius, Šliogerienė 2011). Investuotojams labiausiai rūpėjo patogiose miesto vietose esančios viešosios erdvės, kurių vietoje imta planuoti komercinių ir gyvenamųjų kompleksų zonos. Tokiu būdu sunaikintos prieš tai buvusių visuomeninių teritorijų funkcijos. Taršios pramoninės ir karinės teritorijos nebuvo patrauklios investuoti į jų pertvarkymą, todėl buvo apleistos ir nenaudojamos.

Kaip blogos teritorijų paskirties keitimo pavyzdžius Drėmaitė (2004) išskiria buvusio „Žalgirio“ stadiono vietoje įrengtą prekybos centrą Kaune, prekybos centro „Akropolis“ plėtrą Ozo draustinio teritorijoje ir kt. Didesnį atgarsį visuomenėje sukėlė buvusio „Žalgirio“ stadiono Vilniuje paskirties keitimas į

mišrios paskirties (gyvenamąją ir komercinę) zoną. Kai privataus verslo subjektas įsigijo šį sklypą, projektui numatė skirti apie 200 mln. eurų.

Vienas daugiausia teigiamų atsiliepimų iš miestų planuotojų pastaraisiais metais sulaukęs teritorijos paskirties keitimo atvejis yra Kaune. Čia privataus verslo subjektas įsigijo AT (0,85 ha) kartu su joje nebaigtu statyti „Respublikos“ viešbučiu (26 tūkst. m²), kurį demontavus, su šalia esančia teritorija numatyta keisti paskirtį į verslo ir komercijos. Paskirties keitimo procesus numatyta atlikti įrengiant susisiekimo, inžinerinę ir socialinę infrastruktūrą.

Didžiausios apimties AT paskirties keitimo projektai Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos miestuose pateikti 1.6 lentelėje. Teritorijų vieta Vilniaus mieste vertinta pagal 1.8 paveiksle pateiktą schemą skirstant teritorijas į atskirus tipus pagal joms tenkantį gyventojų skaičių ir atstumą nuo miesto centro.

1.6 lentelė. Pastarojo dešimtmečio apleistų teritorijų žemės paskirties keitimo atvejai Lietuvoje iki 2016 m. (sudaryta autoriaus)

Table 1.6. Real cases of changes in the purpose of brownfield land use in Lithuania for the last decade up to 2016 (created by author)

Teritorija pakeitus paskirtį	Teritorija prieš keičiant paskirties	Vieta mieste	Teritorijos funkcija pakeitus paskirtį
1	2	3	4
Prekybos centras „Panorama“	Vilniaus pieno kombinatas	Centrinė miesto dalis (I tipas)	Komercinės teritorijos
Gyvenamųjų namų kompleksas „Ozo namai“	Sandėliai	Seniūnijos centras, 4–5 km nuo miesto centro (II tipas)	Vidutinio užstatymo gyvenamoji teritorija
Šiaurės miestelio kvartalas	Tankų dalinio karinės bazės teritorija	Seniūnijos centras (II tipas)	Komercinės teritorijos
Gyvenamųjų namų kompleksas „Šaltinių namai“	„Komunaro“ staklių gamykla	Centrinė miesto dalis, Senamiestis (I tipas)	Vidutinio užstatymo gyvenamoji teritorija
Gyvenamųjų namų kompleksas „Loft town“	Kuro aparatūros gamyklos pastatai ir teritorijos	Viena pagrindinių miesto susisiekimo arterijų, 3 km nuo miesto centro (II tipas)	Mišrios (verslo, gamybos, gyvenamosios) paskirties teritorijos
Gyvenamųjų namų kompleksas „Naujamiesčio namai“	Duonos kepykla „Vilniaus duona“	Centrinė miesto dalis, Senamiestis (I tipas)	Mišrios (verslo, gyvenamosios) paskirties teritorijos

1.6 lentelės pabaiga

1	2	3	4
Ekspozicijų erdvė „Titanikas“	Spaustuvės „Tiesa“ pastatai ir teritorija	Centrinė miesto dalis, senamiestis (I tipas)	Senamiestis, mišri paskirtis
Kultūros fabrikas	Tabako fabrikas	–	Senamiestis, mišri paskirtis
Viešbutis „Europa Royal Kaunas“	Spaustuvė „Spindulys“	–	Senamiestis, mišri (komercinė, gyvenamoji) paskirtis
Karaliaus Mindaugo apartamentai	Kauno pieno kompleksas	–	Senamiestis, mišri (komercinė, gyvenamoji) paskirtis

Iki 2014 m., kai buvo patvirtintos Teritorijų planavimo normos, atskira miestų planavimo ir plėtros priemonė nebuvo nagrinėjama ir reglamentuojama miestų teritorijų planavimo dokumentuose. Taip yra ir Vilniaus miesto BP iki 2015 m., kuriame nors toks miesto plėtros būdas pripažintas vienu iš prioritetinių, tačiau nėra parengta atskiros dalies, apibrėžiančios teritorijų paskirties keitimo reikalavimus. Lietuvoje, lyginant su kitomis Europos ir pasaulio šalimis, pasigendamas architektų, savivaldybių, miestų planuotojų ir kitų miesto plėtros procesais suinteresuotų šalių požiūris į darnią ir ekologišką plėtrą (Sassi *et al.* 2009). Teritorijų planavimo normose (2014) išskiriami šie teritorijos paskirties keitimo tikslai:

- didinti miestų ir kitų gyvenamųjų vietovių funkcinės ir fizinės struktūros integralumą;
- sudaryti sąlygas mažinti taršą;
- kurti palankią aplinką investuoti;
- tolygiau išdėstyti gyvenamąsias teritorijas ir darbo vietas;
- sukurti aplinkos, užstatymo, susisiekimo sistemos ir inžinerinės įrangos atnaujinimo sąlygas urbanizuotoje gyvenamosios vietovės dalyje.

Šiose taisyklėse rekomenduojama, kad, organizuojant miesto planavimą, 20 % teritorijos būtų skirta išorinei plėtrai, o likusi dalis – vidiniam miestų erdvių pertvarkymui (modernizacija, žemės paskirties keitimas).

AT pritaikymas pagal gyvenamąją paskirtį turi būti siejamas su rekreacinės aplinkos (žaliosios zonos, sporto aikštynai ir kt.) prieinamumu. NT ekspertų teigimu, kuo arčiau žaliųjų erdvių yra būstas, tuo jis brangesnis. Skaičiavimai parodė, kad Vilniuje žaliosios erdvės užima net 45 % miesto ploto. Tai yra

daugiau nei Berlyne, Londone ar Paryžiuje. Tačiau tiek NT plėtotojai, tiek kraštovaizdžio architektai teigia, kad sostinės potencialas nėra išnaudotas. Šios zonos vertinamos kaip didžiausią žalą miesto įvaizdžiui ir gyventojų gyvenimo kokybei darantys urbanistinio karkaso komponentai. Atlikti skaičiavimai parodė, kad net 34 % AT yra susitelkusios žaliųjų erdvių plotuose.

1.10. Pirmojo skyriaus išvados ir disertacijos uždavinių formulavimas

1. Literatūros analizė parodė, kad apleistų teritorijų keliamos problemos nagrinėjamos tvaraus urbanizmo požiūriu. Literatūros analizė atskleidė, kad apleistų teritorijų tvarkymas, orientuotas į naujos paskirties kūrimą, Lietuvoje prasidėjo tik pastarąjį dešimtį ir iki šiol nėra nusistovėjusių tokių teritorijų sutvarkymo tradicijų.
2. Taikant kompiuterinius klasifikacijos metodus, galima vykdyti automatizuotą apleistų teritorijų klasifikavimą pagal nustatytus socialinius, ekonominius, gamtinius ir urbanistinius rodiklius.
3. Apleistoms teritorijoms būdinga tipologija, pagal kurią jos suskirstytos į savaime atsinaujinančias, ekonomiškai patrauklias ir tinkamas miesto rezervui erdves. Atlikus literatūros analizę, išskirtos trys pagrindinės apleistų teritorijų poveikio rūšys: ekologinė, ekonominė ir socialinė. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai gali būti vertinami per šių poveikių prizmę, jų veikiamus veiksnius.
4. Atlikus Lietuvos skaitmenintų duomenų analizę nustatyta, kad apleistos teritorijos skirtinguose šaltiniuose apibūdinamos nevienodomis sąvokomis (apleista žemė, dykra ir kt.) ir fiksuojamos skirtinga matavimo technika: aerofotografavimas, fizinė apžiūra ir kt. Toks neapibrėžtumas sudaro prielaidas neįtraukti į tyrimus visų registruojamų duomenų ir juos tikslinti.
5. Anksčiau įgyvendintų apleistų teritorijų sutvarkymo projektų Lietuvoje ir užsienio šalyse analizė atskleidė, kad privataus kapitalo įsitraukimas sudaro palankias sąlygas pakeisti apleistų teritorijų paskirtį mažesniais savivaldybės kaštais.

Darbo tikslui pasiekti formuluojami šie uždaviniai:

1. Taikant geografinės informacinės sistemomas (GIS) ir statistinius metodus sukurti apleistų teritorijų savybes apibūdinančių rodiklių skaitinių reikšmių duomenų bazę (DB).

2. Naudojantis sudaryta duomenų baze, nustatyti svarbiausius rodiklius skirtingiems AT paskirties keitimo scenarijų atvejams.
3. Apskaičiuoti apleistų teritorijų kiekybinius parametrus taikant daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus (DSPM). Remiantis šiais skaičiavimais, sudaryti apleistų teritorijų paskirties keitimo įgyvendinimo scenarijus.
4. Sudarytus apleistų teritorijų scenarijus pritaikyti ir patikrinti konkrečiose Vilniaus miesto seniūnijų teritorijose.

Apleistų teritorijų skirtingose miesto dalyse geostatistinė analizė

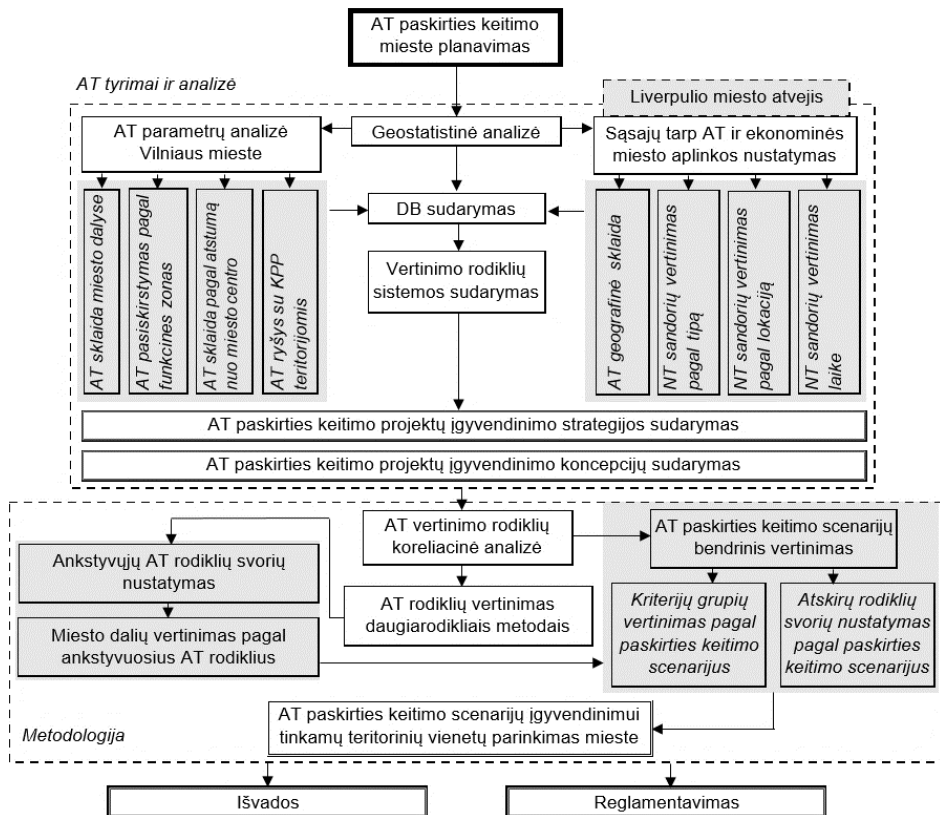
Šiame skyriuje, remiantis geostatistine analize, atlikti 20-ies Vilniaus seniūnijų AT tyrimai. Išnagrinėtos Vilniaus miesto BP funkcinės zonos seniūnijose ir AT sklaidos parametrų ryšys su ekonomine aplinka. Dėl urbanistinių panašumų su Vilniumi ir pakankamo pirminių duomenų šaltinių kiekio šiam tyrimui pasirinktas Liverpulio miestas. Atlikta AT rodiklių apžvalga, nustatyta jų koreliacija su AT pasiskirstymu mieste. Įvertinus AT sklaidą ir prioritetines miesto teritorijas, pritaikyta AT paskirties keitimo įgyvendinimo koncepcija Vilniaus miestui.

Šio skyriaus tema publikuoti du straipsniai (Bielinskas, Burinskienė 2014; recenzuojamame tarptautinių konferencijų straipsnių rinkinyje – Bielinskas 2017).

2.1. Apleistų teritorijų geostatistinės analizės planas ir metodika

Lietuvoje žalingiausios miesto aplinkoje esančių AT keliamos problemos pasireiškia buvusiuose rajonų centruose, kuriuose sovietinio režimo laikotarpiu klestėjo gamybos pramonė. Tokios sąlygos vyravo didžiuosiuose Lietuvos

miestuose, todėl konkretaus tyrimo objektu pasirinktas Vilniaus miestas. Darbe pateikto tyrimo vykdymo procesų schema pateikta 2.1 paveiksle.



2.1 pav. Tyrimo eksperimentinės dalies algoritmas (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.1. The algorithm for the research experimental part (created by author)

Skaiciavimai rodo, kad, priklausomai nuo padeties mieste, gamtinių ir socialinių savybių, vidutiniškai (vertinant imties medianą) vienoje Vilniaus seniūnijoje yra 23 įvairaus ploto ir inžinerinės bei socialinės infrastruktūros AT (2.5 pav.). Priklausomai nuo seniūnijoje esančios funkcinės sklaidos, AT plotas skiriasi net iki 40 kartų. Mažiausias vidutinis AT plotas nustatytas Fabijoniškių seniūnijoje (0,04 ha), didžiausias – Šeškinės (1,58 ha). Didžiausi AT, kaip atskiro teritorinio vieneto, plotai nustatyti pramoninės paskirties seniūnijose (Žemieji Paneriai, Vilkipėdė). Esant didelėms erdvinėms variacijoms, egzistuoja dvi AT vertinimo ir sutvarkymo problemos: globalinė (kai reikia sudaryti prioritetines

miesto zonas ir jose esančių AT paskirties keitimo planą, kuriose AT sutvarkymas turi būti prioritetas) ir lokalinę (kai prieš įgyvendinant AT paskirties keitimą pagal pasirinktą scenarijų, reikia įvertinti svarbiausius šio proceso rodiklius). Kadangi šios dvi problemos viena su kita tiesiogiai susijusios, jos turi būti sprendžiamos įtraukiant papildomas analizes. Tyrimai atlikti dviem etapais.

Pagal pirmąjį etapą atlikta išsami AT geostatistinė analizė įvairiais aspektais Vilniaus ir Liverpulio (Didžioji Britanija) miestuose. Šiame etape įvertinta 20-ies Vilniaus miesto seniūnijų AT kiekis, išnagrinėtas AT erdvinis pasiskirstymas pagal mieste esančias funkcines zonas F (vadovaujantis Vilniaus miesto BP). AT atstumo nuo miesto centro analizė laikoma kaip papildomoji analizės dalis.

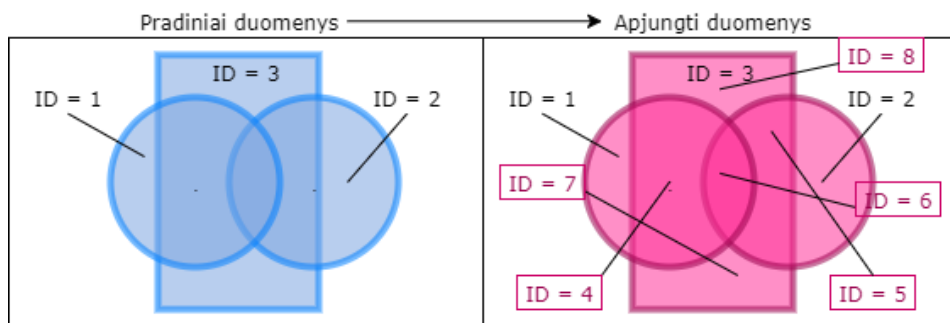
Analizė parodė, kad Vilniaus miesto savivaldybės nustatytos koncentruoto plėtos potencialo (KPP) zonos neatspindi realios AT keliamus pavojus Vilniaus mieste. Ši analizė atskleidžia, kuriose Vilniaus miesto seniūnijose reikia atkreipti planuotojų dėmesį į esamus ir būsimus statybos ir teritorijų pertvarkymo procesus, atsižvelgiant į jose esančias AT apimtis.

Atlikus pirmojo etapo tyrimus ir naudojant tyrimuose gautus duomenis, sudaryta DB, apibūdinanti Vilniaus miesto aplinkos parametrus. Apibendrinus pirmojo etapo tyrimų rezultatus, parengta hierarchinė AT vertinimo rodiklių sistema, AT paskirties keitimo projektų įgyvendinimo strategija ir atskiros jos koncepcijos.

Antrajame etape, remiantis užsienio mokslinėje literatūroje taikoma praktika (Erener *et al.* 2016), atlikti AT tyrimai taikant DSPM. Tyrimo metu pastebėta, kad ankstyvųjų rodiklių svariai kinta priklausomai nuo pasirinkto paskirties keitimo scenarijaus ir geografinės padėties. Atlikus antrojo etapo tyrimus, nustatyti skirtingų rodiklių grupių (ir kiekvieno rodiklio atskirai) svariai pagal pasirinktą scenarijaus atvejį, nustatytos tinkamiausios miesto seniūnijos paskirties keitimo atvejams arba jų deriniams.

Siekiant gauti tikslus rezultatus, rodiklių reikšmių apdorojimo erdvėje metu taikyti GIS metodai. Jais remiantis ir taikant DSPM, atliktas geokodavimas ir vertinimas. Tai dažnas būdas mokslinėje literatūroje apdoroti ir vertinti geoerdvinius duomenis (Lwin *et al.* 2012; Marinescu, Avran 2011).

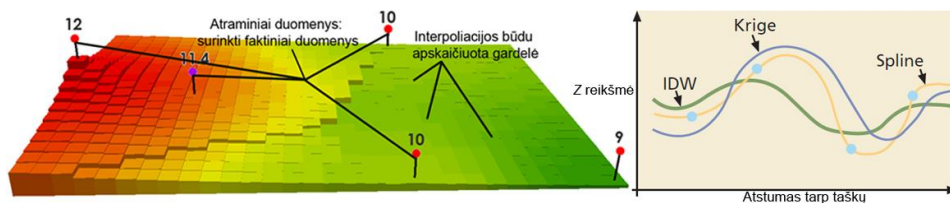
Surinkti, skaitmeninti ir susisteminti duomenys analizuoti taikant geostatistinės analizės principus, tokius kaip erdvinis duomenų siejimas, jungimas (Benkirane 2016), erdvinė sankirta ir kt. Taikant šiuos metodus, pavyzdžiui, sujungus tris skirtingus erdvinis duomenis erdvėje, bus gautos net 6 skirtingos reikšmės, turinčios bendrus visus šiuos erdvinis komponentus vienijančius parametrus (2.2 pav.) su unikaliomis geografinėmis koordinatėmis. Šie metodai ir jų kombinacijos mokslinėje literatūroje plačiai taikomos nagrinėjant socialinius ir ekonominius reiškinius (Wang 2006). Tokių metodų ir statistinių skaičiavimų sintezė atlikta naudojant GIS *ArcMap 10* ir MS *Excel* programinę įrangą.



2.2 pav. Erdvinio duomenų jungimo taikant geografinės informacinės sistemas esminė schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.2. A principal scheme of Spatial Join in Geographical Information System (created by author)

Susisteminti erdviniai duomenys miesto aplinkoje pasiskirstę netolygiai. Pavyzdžiui, jeigu atskiri erdviniai komponentai išsidėstę santykinai dideliu atstumu vienas nuo kito, atliekant erdvinę analizę ir siekiant hipotetiškai nustatyti tarpines reikšmes aplinkoje, atliekama erdvių duomenų interpoliacija. Praktikoje socialiniams, urbanistiniams ir ekonominiais uždaviniais spręsti dažniausiai taikomas atvirkštinio atstumo svėrimo (angl. *Inverse Distance Weighted*, toliau – IDW) metodas (2.3 pav.).



2.3 pav. Atvirkštinio atstumo vertinimo interpoliacijos taikymo principai: a) erdvėje; b) plokštumoje (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.3. The principles of Inverse Distance Weighted interpolation: a) in a space; b) in projection (created by author)

Šio interpoliacijos metodo esmė – arčiau esantys erdviniai komponentai laikomi svarbesniais (turinčiais didesnę svorį), negu išsidėstę toliau nuo nagrinėjamojo taško (GIS Resources 2014). Interpoliacijos rezultatas yra rastrinė duomenų struktūra. Ši duomenų struktūra išsiskiria tuo, kad kiekvienas erdvės taškas įgyja unikalią interpoliacijos būdu apskaičiuotą rodiklio reikšmę. Dėl šios priežasties

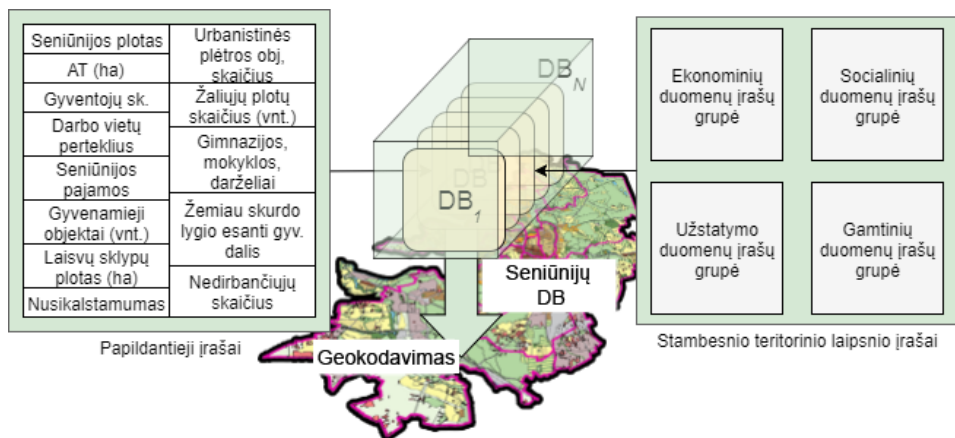
interpoliacijos būdu gautus naujus rezultatus lengva atvaizduoti žemėlapyje ir nagrinėti BP bei kitais strateginio planavimo lygmenimis.

Schemoje nurodyta Z reikšmė išreiškia skaliarinę gardelės reikšmę (ArcGIS Pro 2016) ir apskaičiuojama pagal (2.1) formulę.

$$z_j = \frac{\sum_i \frac{z_i}{d_{ij}^n}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^n}}, \quad (2.1)$$

čia z_j – j -oji nežinoma reikšmė, kurią bandoma apskaičiuoti; z_i – žinomo duomenų taško, pagal kurį interpoliuojama, reikšmė; d_{ij} – atstumas iki žinomo duomenų taško; n – pasirinktas atstumo eksponentės dydis (kontroliuoja aplinkinių duomenų taškų stiprumą, pasirinkta numatytoji reikšmė 2).

2.3 paveiksle pateiktoje metodo grafinėje interpretacijoje matyti, kad, lyginant su kitais erdvinį duomenų interpoliacijos metodais, IDW būdinga mažiausia standartinė deviacija, pereinant nuo vieno erdvinio komponento prie kito. Dėl šios priežasties krašutinės faktinės reikšmės ignoruojamos, išsprendžiama duomenų perpildymo (angl. *overfitting*) problema, kai nedidelis duomenų poaibis gali iškreipti visos duomenų imties rezultatus.



2.4 pav. Geografinių duomenų bazės sudarymo schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.4. A scheme for building-up a geographical database (created by author)

Prieš atliekant AT tyrimus, atliktas DB struktūrizavimas taikant didžiųjų duomenų (angl. *Big Data*) metodus – duomenų agregacija, reprezentatyvios imties

sumažintas modelis (angl. *data sampling*) ir kt., įvertinant Vilniaus miesto teritorinių seniūnijų suskirstymą ir suformuotus surinktus duomenų rinkinius (2.4 pav.). Žaliavinę medžiagą (angl. *raw data*) sudaro stambesnio teritorinio laipsnio ir papildomieji įrašai. Pirmieji apima bendrines Vilniaus miesto seniūnijų savybes, pvz., ES investicijos, darbo vietų skaičius, vidutinis pastatų amžius, kietųjų dalelių (NO₂) tarša ir kt. Šie įrašai suklasifikuoti į stambesnes ekonominių, socialinių, užstatymo ir gamtinių duomenų grupes. Papildomieji įrašai apibūdina smulkesnių teritorinių vienetų, kurie taikyti naujiems dydžiams išvesti, parametrus. Sudarytos DB įrašams taikyta geokodacija, leidžianti visus duomenis atvaizduoti žemėlapiuose ir nagrinėti erdvėje taikant 2.1 poskyryje nurodytus metodus.

Toliau iš šių geografiškai koduotų teritorijų išvesti ankstyvieji AT vertinimo rodikliai. Iš viso, taikant aptartas priemones, geografiškai koduota visų 200 Vilniaus miesto seniūnijų 860 įrašų.

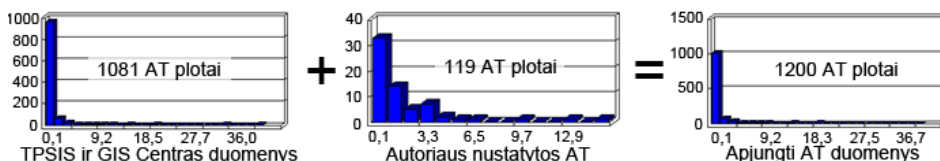
2.2. Apleistų teritorijų kiekis ir pasiskirstymas Vilniuje

Vilniaus miesto iki 2015 m. BP AT paskirties keitimo potencialas išreiškiamas saugios socialinės aplinkos gerinimu ir ekonominės plėtros kontekstu. Pirmuoju atveju numatyta skatinti pramonės teritorijų paskirties keitimą ir šiose teritorijose esančios infrastruktūros modernizavimą. Antruoju atveju pagal miesto ekonominės plėtros viziją skatintas tolygus bendro ūkio paskirties keitimas, kad būtų pritrauktas smulkusis ir vidutinis verslas. Taip pat pažymima, kad tuometinė urbanizacijos plėtra priemiesčio šiaurės vakarų sektoriuje bei miesto darbo vietų ir paslaugų išdėstymo netolygumai diktuoja kurti periferinį daugiafunkcijų kompleksą, vienodai tenkinantį miesto ir priemiesčio gyventojų poreikis. Sudaryti AT žemėlapius parodė, kad periferinėse miesto dalyse šiaurės vakarų ir šiaurės rytų kryptimis išdėstę didieji AT arealai.

Atlikus Vilniaus miesto esamos būklės vertinimą ir susiejus AT geoerdvinius duomenis su TPSIS, nustatyta, kad AT mastas (2.5, 2.6 pav.) vizualiai yra didesnis, nei deklaruojama BP sprendiniuose. Atliktas AT nustatymas Vilniaus mieste taikant fizinę vietovių fotofiksaciją ir momentinį jos vertinimą bei naudojant didelės raiškos (1,0×1,0 m) aerofotonuotraukas naudojant GIS programinę įrangą. Tai plačiai praktikoje pasiteisinęs būdas nustatyti karštąsias miesto zonas pagal skirtingus socialinius, ekonominius ir kitus erdvėje apibrėžiamus parametrus (Garcia-Palomares *et al.* 2016). Mūsų atveju aerofotonuotraukos padengia visą Vilniaus miesto teritoriją ir leidžia nustatyti įvairių paskirčių ir tipų teritorijas, jų ribas, kiekybines ir kokybines savybes (Chrysochoou 2012). Susiejus TPSIS (2014) ir GIS centro viešinamų duomenų rinkinius su sudarytais ir susistemintais trečiųjų šalių duomenimis, paaiškėjo, kad AT Vilniuje yra beveik 1200 vnt. Sujungus minėtuosius duomenų rinkinius su

nustatytomis AT, bendras AT skaičius padidėjo 12 %. Tai atskiri 0,92 ha (vertinant imties medianą) vidutinio ploto žemės sklypai (2.5 pav.).

Iš viso šie plotai užima 1090 ha, t. y. 2,7 % visos miesto teritorijos, ir šis dydis kinta. Tik apie 17 % viso AT ploto užfiksuota urbanizuotose miesto zonose.



2.5. pav. Apleistų teritorijų kiekio statistinis pasiskirstymas prieš sujungiant duomenis ir juos sujungus (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.5. The Statistical distribution of brownfields before and after spatial join (created by author)

Kita dalis – dykrose, atvirose erdvėse, kuriose vyrauja senų ir nebenaudojamų pastatų likučiai, nefunkcionuojančios viešosios erdvės, socialinės dezorganizacijos atstovų aktyvumo zonos ir kiti žalingi aplinkai komponentai (2.1 lentelė).

2.1 lentelė. Statistiniai ir geografiniai apleistų teritorijų parametrai Vilniaus mieste (sudaryta autoriaus)

Table 2.1. Statistical and geographical parameters for brownfields in Vilnius city (created by author)

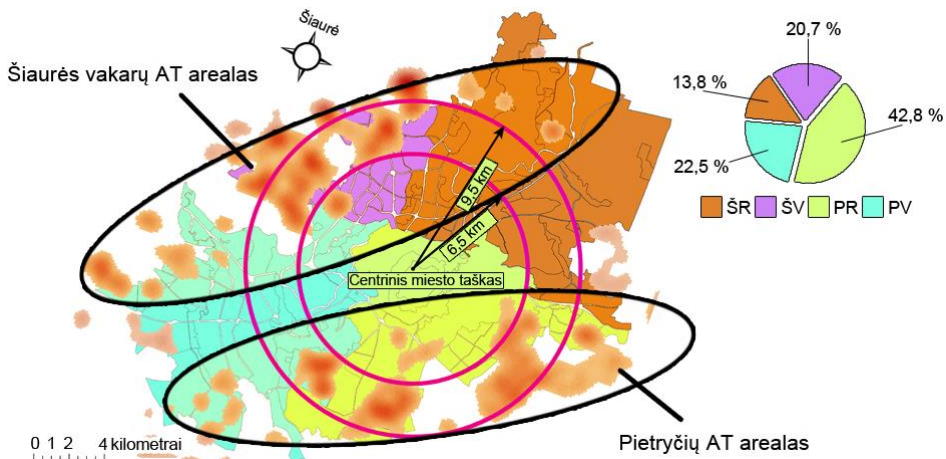
Ploto parametras A, ha					Pastatų kiekis, vnt.	AT skaičius, vnt.	Teritorijų tipas
A_{\max}	\bar{A}	$A_{\text{med.}}$	S	Iš viso, ha			
37,3	1,65	0,5	3,9	185,7	93	151	Urbanizuotos teritorijos
37,3	0,88	0,3	2,32	904,2	9	1049	Neurbanizuotos teritorijos
37,3	0,9	0,3	2,3	1089,9	102	1147	Sujungta erdvinė AT DB

Erdvinė analizė parodė, kad AT sudaro arealus. Pagal taikytą atstumo vertinimo dydį (kuo šis dydis mažesnis, tuo arealai yra smulkesni ir gali būti detaliau analizuojami vietovės lygmeniu ir atvirkščiai) sudaro du didžiuosius (2.6 pav.) ir penkis mažuosius (2.7 pav.) arealus pagal AT skaičių. Didžiuosius AT arealus patogų nagrinėti pagal Vilniaus miesto BP reglamentuotas kvartalų (ŠV – šiaurės vakarų, ŠR – šiaurės rytų, PV – pietvakarių ir PR – pietryčių krypčių) ribas. Atlikti skaičiavimai parodė, kad Vilniaus mieste vyrauja ŠV ir PR AT arealai, kuriuose susitelkę apytikriai 75 % visų AT. Didžioji dalis šių teritorijų priskiriama periferinei

miesto daliai. Rengiant Vilniaus miesto BP, iki 2005 m. buvo numatoma urbanizacinė plėtra į ŠV sektorį. Tačiau gyvenamojo fondo, darbo vietų ir paslaugų išsidėstymo netolygumai sukuria prielaidas kurti periferinį daugiafunkcį kompleksą, vienodai aptarnaujantį arti miesto periferinės dalies esančių teritorinių bendruomenių centrus ir priemiesčio gyventojus. Tokiu būdu daugiacentrė miesto struktūra būtų tinkama vykdyti taikant AT paskirties keitimą periferinėje miesto dalyje.

ŠV ir PV arealų zonose esamas rekreacinės ir turizmo infrastruktūros vystymas keičiant AT paskirtį lemtų priemiesčių ekonomikos struktūros pokyčius. Rengiant Vilniaus miesto BP, iki 2005 m. buvo planuojama, kad žaliojo žiedo urbanizacijos lygis per ateinančius 10 metų didės: maždaug 25 % gyventojų turės būstus šiose zonose. Šiuo atžvilgiu mažo užstatymo gyvenamųjų AT paskirties keitimas būtų tinkamas planavimo sprendimas išsaugoti gamtinės aplinkos dominavimą vietoj laisvosios žemės, kurioje naujos inžinerinės infrastruktūros diegimas miesto gyventojams arba naujo NT pirkėjams atsieitų papildomų kaštų.

Sudarytuose žemėlapiuose (2.7 pav.), kuriuose pritaikyta mažesnė atstumo vertinimo reikšmė, matyti, kad AT pasiskirstymas pagal skaičių sudaro penkis smulkesnius arealus, savo geografine padėtimi vienodus su Vilniaus mieste šiuo metu vykdomų gyvenamojo būsto statybų vietomis. Įvertinant tai, kad tarp šių reiškinių yra 3–4 metų laiko tarpas, galima teigti, kad NT plėtotojai įvertina laisvosios ir apleistosios žemės neišnaudotą potencialą pagal ekonominį požiūrį ilgalaikėje perspektyvoje. Vilniaus mieste šie procesai ypač išryškėję Pilaitės, Pašilaičių, Vilkpėdės ir Pavilnio seniūnijose.



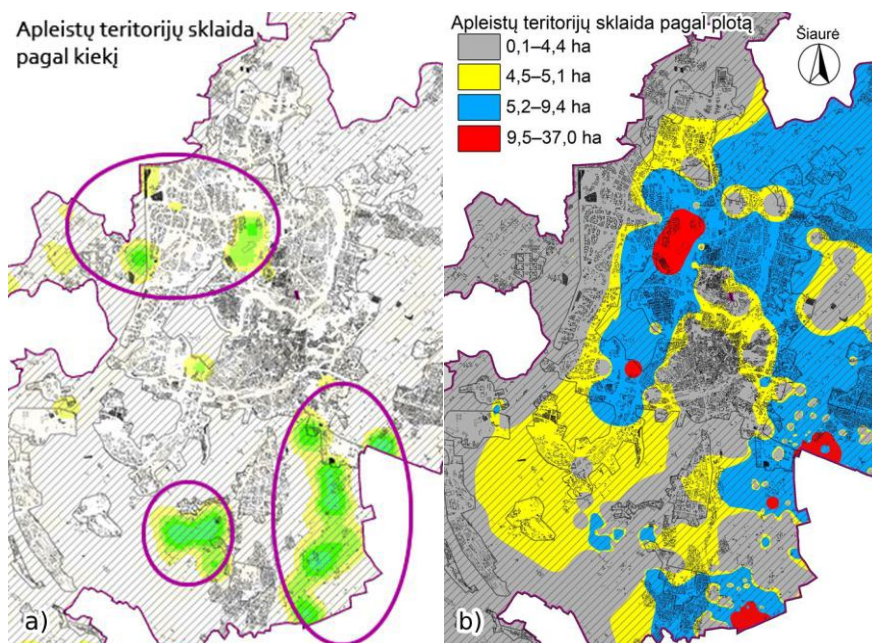
2.6 pav. Apleistų teritorijų arealai pagal skaičių Vilniaus miesto pietvakarių, pietryčių, šiaurės rytų ir šiaurės vakarų zonose (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.6. The areas of brownfields according to the number in the zones of South West, South East, North East and North West in of Vilnius city (created by author)

AT pasiskirstymą pagal užimamą plotą rodo seni ir jau dabar nebenaudojami gamyklų pastatai, inžinerinių arba nebaigtų statyti statinių teritorijos su joms priklausančiomis prieigomis (pvz., nebaigto statyti nacionalinio stadiono, apgriuvusių senų pastatų Šeškinės sen. teritorijos ir kt.).

Remiantis skaičiavimais, pastaraisiais metais naudojantis apleistomis Vilniaus miesto teritorijomis, įgyvendinti 230 NT projektai. Iš jų 85 vnt. (t. y. 37 %) yra gyvenamojo būsto statybos, 10 vnt. (t. y. 4,3 %) – infrastruktūros objektų statybos, 41 vnt. (t. y. 17,8 %) – komercinio NT statybos, 70 vnt. – renovuojamųjų pastatų (t. y. 30,4 %), 23 vnt. (t. y. 10 %) – visuomeninės paskirties objektų statybos, vienas parko (Vilniaus japoniškųjų sodų) projektas.

Pagal AT naudojimo atvejų analizės rezultatus nustatyta, kad centrinėje miesto dalyje vis didesniais tempais vystomos mišrios paskirties teritorijos, kai anksčiau dominavo komercinio NT vystymo projektai. Miesto periferinėje dalyje, kur gyventojų tankis mažiausias, o laisvosios žemės plotų įsisavinimo kaina, lyginant su centrinės miesto dalies kaina, smarkiai žemesnė, aktyvėja vidutinio ir aukšto užstatymo tankio gyvenamųjų būstų statybų projektai.

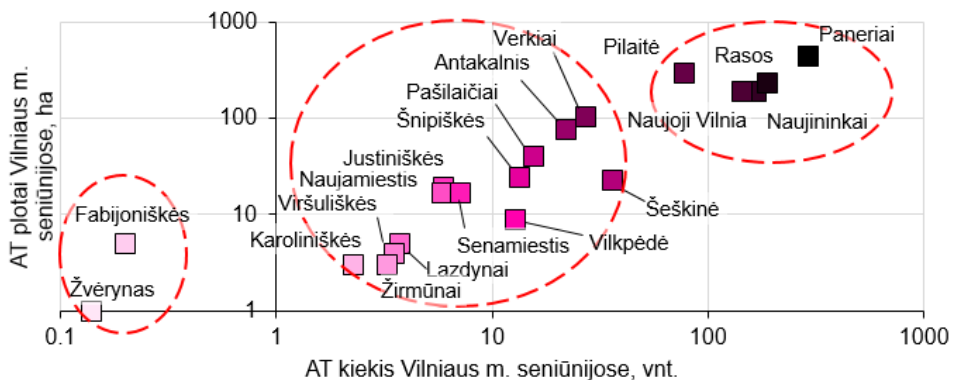


2.7 pav. Apleistų teritorijų Vilniaus mieste erdvinis vertinimas: a) pagal kiekį; b) pagal vyraujančio vidutinio apleistos teritorijos plotą (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.7. The spatial evaluation of brownfields in Vilnius city taking into account parameters for: a) quantity; b) the prevailing average area for the brownfields (created by author)

AT daro įtaką ne tik fizinei aplinkai, bet ir socialiniam ir ekonominiam miesto mikroklimatui plačiąja prasme: ribotos investuotojų pritraukimo galimybės, NT vertės sumažėjimas ne tik AT, bet ir šalia jų. AT nustatymas vietovėje yra svarbiausia priemonė teritorijų planavimui ir rinkodaros aktyvumui palaikyti.

Iš 2.8 paveikslo matyti, kad Vilniaus miesto seniūnijose AT yra pasiskirsčiusios netolygiai. Pirmasis mažiausias klasteris jungia dvi seniūnijas, kurios viena nuo kitos morfologine struktūra yra skirtingos, tačiau joms būdingas didelis gyventojų tankis. Šiose seniūnijose AT keliama pavojai yra minimalūs. Kituose dviejuose klasteriuose fiksuojama apie 90 % visų Vilniaus mieste esančių AT. Didžioji jų dalis yra senuosiuose (sovietinio režimo metais) urbanizuotuose miesto rajonuose.



2.8 pav. Seniūnijų pasiskirstymas klasteriais pagal apleistų teritorijų skaičiaus parametrus (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.8. The Distribution of neighbourhoods by clusters according to the parameters for the assigned amount of brownfields (created by author)

Tyrimas parodė, kad AT aplinkoje yra 93 pastatai. Tai anksčiau eksploatuotos gamyklos su priestatais, nebaigti statyti inžineriniai statiniai, anksčiau apgyvendinti ne tokiais pasiturinčiais žmonėmis būstai.

Apibendrinus gautus rezultatus, galima teigti, kad AT Vilniaus mieste pasiskirsčiusios pagal tam tikras grupes, kurias galima analizuoti pereinant iš BP teritorinio lygmens į vietovės lygmenį, planuoti ir pertvarkyti AT teritorijas. Gauti arealai parodo AT grupes, kurioms būdingos tokios pačios ekonominės, urbanistinės, gamtinės arba socialinės aplinkos savybės.

Tai, kad AT yra problema, aprašyta dar 2014 m. rengiant 2012–2020 m. Vilniaus miesto integruotųjų teritorijų plėtros programos projektą, kur AT problematika įvertinta kaip Vilniaus urbanistinio augimo problema: apleistos, neužstatytos teritorijos miesto centre, nesutvarkytos viešosios erdvės, tinkamai

neišnaudotos kultūros paveldo vertybės, taip pat išsiskiriančios aktyvios, sveikos gyvensenos infrastruktūros trūkumas. (Vilniaus miesto savivaldybės taryba 2014).

Toliau darbe Vilniaus miesto seniūnijų vertinamos ir nagrinėjamos kaip imtis bei koduojamos 2.2 lentelėje nurodyta tvarka.

2.2 lentelė. Vilniaus miesto seniūnijų žymenys darbo tyrimuose (sudaryta autoriaus)

Table 2.2. Marks of neighbourhoods in the research provided in the thesis (created by author)

Seniūnijos žymuo	Seniūnija
D_1	Rasos
D_2	Šeškinė
D_3	Naujininkai
D_4	Pilaitė
D_5	Pašilaičiai
D_6	Šnipiškės
D_7	Naujoji Vilnia
D_8	Paneriai
D_9	Justiniškės
D_{10}	Viršuliškės
D_{11}	Vilkpėdė
D_{12}	Naujamiestis
D_{13}	Verkiemis
D_{14}	Karoliniškės
D_{15}	Žirmūnai
D_{16}	Lazdynai
D_{17}	Antakalnis
D_{18}	Fabijoniškės
D_{19}	Žvėrynas
D_{20}	Senamiestis

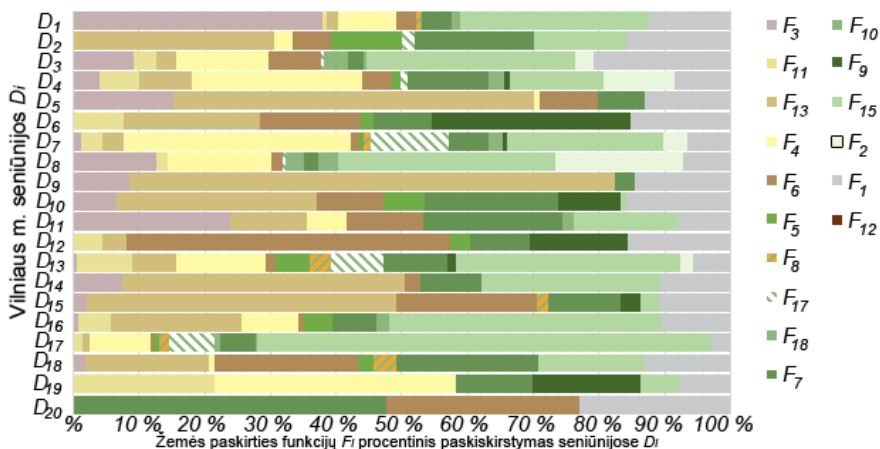
Funkcinės savybės vertintos pagal Vilniaus miesto BP iki 2015 metų pateiktą teritorijų funkcijų sąrašą. Vilniaus miesto seniūnijoms D_i būdingas skirtingas funkcinių savybių pasiskirstymas (2.9 pav.).

Toliau darbe nagrinėjamos Vilniaus BP iki 2015 nustatytos funkcinės zonos, kurių atitikmenys darbe žymimos F :

- F_1 – infrastruktūros teritorijos;
- F_2 – terminuotai žemės ūkio ir kitos neužstatytos teritorijos;
- F_3 – verslo, gamybos ir pramonės teritorijos;
- F_4 – mažo užstatymo intensyvumo gyvenamosios teritorijos;
- F_5 – visuomenės poreikius atitinkančios, specializuotos ir kompleksų teritorijos;

- F_6 – rajonų centrai ir kitos mišriosios didelio užstatymo intensyvumo teritorijos;
- F_7 – intensyviai naudojimui įrengiami želdynai;
- F_8 – visuomenės poreikius atitinkančios teritorijos, specializuotos ir kompleksų teritorijos su dideliu želdinių kiekiu;
- F_9 – miesto centras, svarbiausi lokalūs centrai;
- F_{10} – ekstensyviai naud. įrengiami želdynai;
- F_{11} – vidutinio užstatymo intensyvumo gyvenamosios teritorijos;
- F_{12} – Senamiestis;
- F_{13} – intensyvaus užstatymo gyvenamosios teritorijos;
- F_{14} – vandenvietės;
- F_{15} – miškai ir miškingos teritorijos;
- F_{16} – vandenys;
- F_{17} – sodininkų bendrijų teritorijų konversija į mažo užstatymo intensyvumo gyvenamąsias teritorijas;
- F_{18} – sodininkų bendrijos.

Iš anksto numčius tariama, kad Senamiesčio seniūnija (D_{20}) yra visiškai daigafunkcės struktūros miesto centrinė dalis. Tolimesniuose skaičiavimuose galioja išimtis: F_{12} teritorijos funkcija ignoruojama dėl to, kad tik Senamiesčio seniūnijoje (D_{20}) fiksuojamas šis funkcinis tipas.



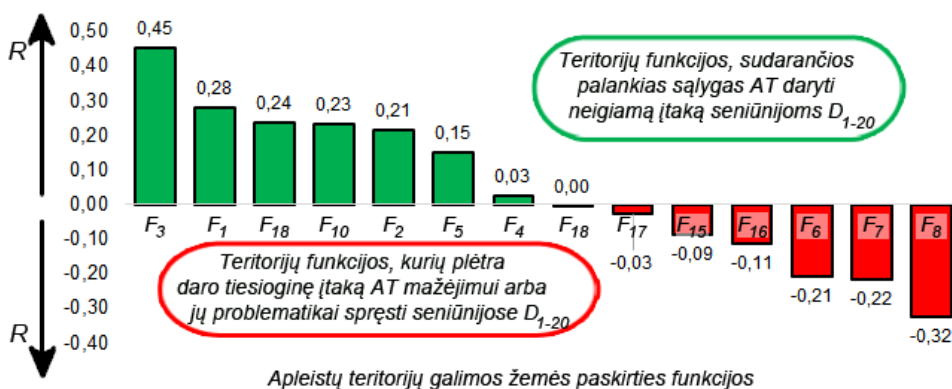
2.9 pav. Funkcijų F pasiskirstymas seniūnijose D_i pagal procentus (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.9. The percentage share of functions F in neighborhoods of districts D of Vilnius city (created by author)

Rezultatai parodė, kad nagrinėtų koreliacijos koeficientų R aibė vienodai pasiskirsčiusi pagal teigiamas ir neigiamas reikšmes. Tarp funkcijų tipų, kurie

sudaro palankias sąlygas AT daryti įtaką seniūnijoms D_{1-20} , labiausiai išsiskiria F_3 funkcinis tipas. Dažniausiai šios paskirties teritorijoms būdingas monofunkciškumas. Tai reiškia, kad, pramonės sektoriui dėl ekonominių ar kitų priežasčių sustabdžius veiklą, kitos paskirties žemės AT paskirties keitimas tampa nemažų finansinių kaštų reikalaujančiu procesu. Dėl šios priežasties pramoninių teritorijų monofunkcė plėtra yra vienas rizikingiausių sprendimų strategiškai planuoti miestą.

Siekiant išsiaiškinti, ar egzistuoja priežastinis ryšys tarp seniūnijose D_{1-20} esančių AT ir funkcinų zonų F_{1-18} apimties, atlikta koreliacinė analizė. Ją taikant nagrinėjamas priežastinis ryšys tarp AT ploto, tenkančio vienam seniūnijos hektarui, ir funkcinų zonų plotų, išreikštas procentais (2.9 pav.). Šios analizės grafinė interpretacija su apskaičiuotais koreliacijos koeficientais R pateikta 2.10 paveiksle.

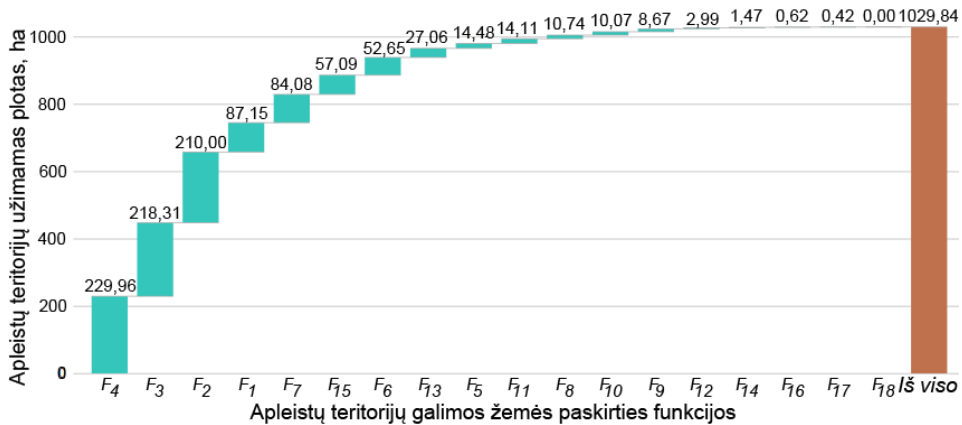


2.10 pav. Apleistų teritorijų ir funkcinų zonų F_{1-18} koreliacinės analizės rezultatų grafinė interpretacija D_{1-20} seniūnijoms (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.10. The graphical interpretation of the results of correlation analysis in brownfields and functional F_{1-18} zones in neighbourhoods D_{1-20} of Vilnius city (created by author)

Tarp funkcijų tipų, kurių plėtra daro tiesioginę įtaką AT mažėjimui arba labiausiai prisideda prie jų problematikos sumažinimo, ryškiausiai išsiskiria F_8 (visuomenės poreikius atitinkančios teritorijos, specializuotos ir kompleksų teritorijos su dideliu želdinių kiekiu). Tokių teritorijų Vilniaus mieste priskaičiuojama tik 269 ha (t. y. 0,8 % viso Vilniaus miesto ploto), tačiau skaičiavimai parodė, kad toks teritorijos funkcinis tipas yra vienas iš galimų AT paskirties keitimo scenarijų mieste.

Geostatistinė AT analizė atskleidė, kad daugiausia AT susitelkusios F_4 , F_3 ir F_2 (mažo užstatymo gyvenamosios teritorijos; verslo, gamybos ir pramonės teritorijos; laikinos žemės ūkio ir kitos neužstatytos teritorijos) funkcinų tipų teritorijose (2.11 pav.).



2.11 pav. Apleistų teritorijų pasiskirstymas pagal funkcines Vilniaus miesto zonas (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.11. The share of brownfields by the functional areas of Vilnius city (created by author)

Remiantis šios analizės rezultatais, galima teigti, kad seniūnijos, kuriose dominuoja šių funkcinių tipų teritorijos, turėtų būti prioritetinės, keičiant AT paskirtį strateginiu miesto planavimo lygmeniu. Prioritetinių seniūnijų grupavimas ir klasifikavimas, įvertinant jose esantį AT plotą ir anksčiau aptartas savybes, pateiktas 2.3 lentelėje.

Naudojantis turimais GIS duomenis, apskaičiuotas AT pasiskirstymas Vilniaus miesto seniūnijoje D_{1-20} . Tyrimas leido skirtinguose arealuose išskirti konkrečias miesto seniūnijas, kuriose AT tenkantis kiekis yra didžiausias. Skaičiuota taikant erdvinės sankirtos (2.3 pav.) metodą. Šie skaičiavimai sudaro pagrindą išskirti seniūnijų D_{1-20} grupes pagal jose esančių AT paskirties keitimo prioritetiškumą. Nustatyti AT skaičiai kiekvienai D_{1-20} seniūnijai pateikti 2.3 ir 2.4 lentelėse.

2.3 lentelė. Apleistų teritorijų skaičius seniūnijose D_{1-10} (sudaryta autoriaus)

Table 2.3. The number of brownfields in neighbourhoods D_{1-10} (created by author)

Seniūnija	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
AT skaičius	232	23	192	292	41	24	192	433	19	4
Seniūnijos plotas, ha	2283,7	458,5	3103,4	1451,5	326,0	312,7	3851	8473	197,5	256,5
AT plotas, ha	188,9	36,4	167,0	77,4	15,5	13,5	143,4	293,4	6,0	3,5
AT/ D_{1-20} , ha/10 000	827,3	793,5	538,2	532,9	475,5	430,4	372,5	346,3	302,2	136,4

2.4 lentelė. Apleistų teritorijų skaičius Vilniaus seniūnijose D_{11-20}

Table 2.4. The number of brownfields in neighbourhoods D_{11-10} (created by author)

Seniūnija	D_{11}	D_{12}	D_{13}	D_{14}	D_{15}	D_{16}	D_{17}	D_{18}	D_{19}	D_{20}
AT skaičius	9	17	103	3	3	5	76	5	1	17
Seniūnijos plotas, ha	1075,2	531,1	2483,0	373,3	567,0	995,5	7707,6	369,3	262,1	399,6
AT plotas, ha	12,9	5,9	27,1	2,3	3,3	3,75	22,1	0,2	0,1	7,2
AT/ D_{1-20} , ha/10 000 gyv.	119,9	111,3	109,3	61,2	57,5	37,7	28,7	5,4	5,3	179,4

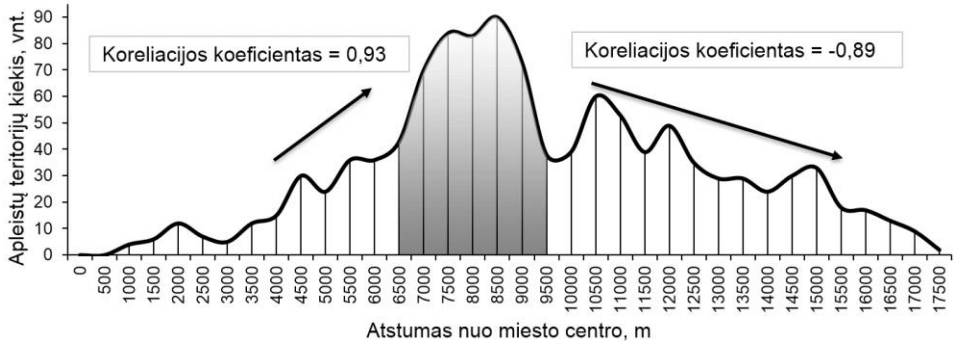
Apskaičiuota, kad vienam seniūnijos hektarui daugiausia AT ploto tenka Rasų (827,3 ha) ir Šeškinės (793,5 ha) seniūnijose. Mažiausiai AT vienam seniūnijos hektarui tenka Lazdynų, Fabijoniškių, Antakalnio, Senamiesčio ir Žvėryno seniūnijose. Analizuojant absoliutųjį AT plotą, tenkantį seniūnijai, išsiskiria Panerių seniūnija. Šioje seniūnijoje didžioji AT dalis yra pramoninės paskirties, kurioje trūnija nefunkcionalūs pastatai.

Analizė parodė, kad, atsižvelgiant į AT sklaidą mieste, tikslingiausiai suplanuota Pilaitės pr., Naujamiesčio ir Šnipiškių seniūnijų plėtra. Į Naujosios Vilnios, Paupio ir Saulėtekio AT pertvarkymą dėmesio nekreipiama. Kitose seniūnijose daugiau dėmesio skiriama naujoms žemėms įsisavinti (pvz., naujoms darbo vietoms kurti), pvz., Žemieji Paneriai, Kirtimai ir kt. Planuojant detalizuotus AT pertvarkymo sprendinius, būtina atskirai analizuoti gyvenamuosius kvartalus. Pavyzdžiui, Perkūnkiemio mikrorajone net 5,18 % plėtros užima AT, tačiau pagal BP sprendinius šiose zonose nėra suplanuota žaliųjų viešųjų erdvių bei kitos būtinos gyvenamiesiems kvartalams būdingos viešosios infrastruktūros, kuri sudaro sąlygas kurti papildomas darbo vietas, pramonines zonas ir kt. Vyksta konfliktas tarp faktinės ir planinės teritorijos paskirties. Nedarnios plėtros modelio prielaidą patvirtina ir apskaičiuotas koreliacijos koeficientas tarp KPP zonų ir AT apimčių. Šis koeficientas priklauso silpnąjo ryšio klasei ($R = 0,21$).

Nors plėtra apima AT sutvarkymą, tačiau jos tvarkomos ne pagal darnios plėtros principus: nėra žaliųjų erdvių, nesprenžiamos susisiekimo problemos, plečiami didelio užstatymo intensyvumo plotai ir t. t.

Koreliacinės analizės būdu nustatyta, kad yra stiprus ryšys tarp AT skaičiaus ir šių teritorijų atstumo nuo Vilniaus miesto centro (Centrinio pašto pastato Gedimino pr.). Šis ryšys apibrėžtas kaip koreliacijos koeficientas R , siejantis šiuos du dydžius. Apskaičiuota koreliacijos koeficiento reikšmė tarp AT skaičiaus ir atstumo iki miesto centro, judant link miesto periferinės dalies iki 6,5 km ribos, yra 0,93. Šią kryptį išlaikant nuo 9,5 km ribos iki tolimiausios miesto

administracinės ribos krašto, koreliacijos koeficiento reikšmė siekia 0,89 (2.12 pav.).



2.12 pav. Apleistų teritorijų skaičiaus pasiskirstymas pagal atstumą iki Vilniaus miesto centro ir koreliacijos koeficientai (sudaryta autoriaus)

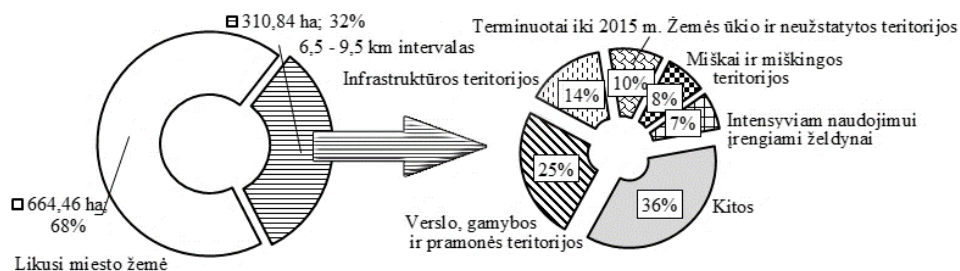
Fig. 2.12. The quantitative distribution of brownfields by distance from the centre of Vilnius and correlations coefficients (created by author)

Teigiama koreliacijos koeficiento reikšmė rodo, kad atstumas nuo centrinės miesto dalies daro tiesioginę įtaką AT apimčiai beveik iki periferinių miesto teritorijų. Tačiau šiam atstumui pasiekus 9,5 km ribą, miesto centras netenka savo svarbos, ir judant link miesto periferinės dalies (koreliacijos koeficientas įgyja neigiamą reikšmę), AT skaičiui ir pasiskirstymui didžiausią įtaką daro kiti veiksniai (funkcinės zonos, esama inžinerinė infrastruktūra, viešosios erdvės, vyraujanti socialinė aplinka ir kt.).

Rezultatai parodė, kad didžiausias žemės ūkio AT skaičius yra ties Vilniaus miesto administracinių ribų sankirta su periferine miesto zona, šiuo metu nebenaudojamų pramoninių teritorijų ir jų prieigų zonose. Pirmuoju atveju didelę įtaką daro vykstančios manipuliacijos NT, kai įsigyjama pigesnė negu centrinėje miesto dalyje žemė ir laukiama tinkamo momento sudaryti naudingą sandorį bei parduoti ar kitaip disponuoti siekiant asmeninės naudos. Dėl šios priežasties tokios teritorijos tampa neveiksnius. Dėl ilgai derinamų sprendimų savivaldybių įstaigose perimti ir naudoti AT pagal miesto reikmės numatomą paskirtį tampa sunkiai įgyvendinamu uždaviniu (Černiauskas 2014).

Pagal antrąjį atvejį senos ir nebenaudojamos gamyklos yra dažnas reiškinyš Sovietų Sąjungos okupuotoms šalims, kurios susiduria su AT integravimu į miesto daugiasektorę aplinką. Didžiausia AT atstatymo problema yra vietinio kultūrinio paveldo išstūmimas arba jo suardymas. Su šia problema dažnai susiduria visos Europos šalys (Jackson *et al.* 2010).

Geostatistinė analizė parodė, kad 6,5–9,5 km ruože nuo Vilniaus miesto centro yra išsidėstę net 32 % visų mieste esančių AT (444 vnt., 2.13 pav.). Didžioji šių teritorijų dalis (25 %) pagal Vilniaus miesto BP iki 2015 m. priskiriama verslo, gamybos ir pramonės bei infrastruktūros (14 %) paskirties zonoms. Jose dominuoja posovietiniu laikotarpiu sukurta infrastruktūra: magistraliniai inžineriniai tinklai, gyvenamieji, administraciniai ir visuomeniniai pastatai bei pramonės objektai.



2.13 pav. Ruožo, esančio tarp 6,5 ir 9,5 km nuo Vilniaus miesto centro, nustatyti apleistų teritorijų skaičiai (sudaryta autoriaus)

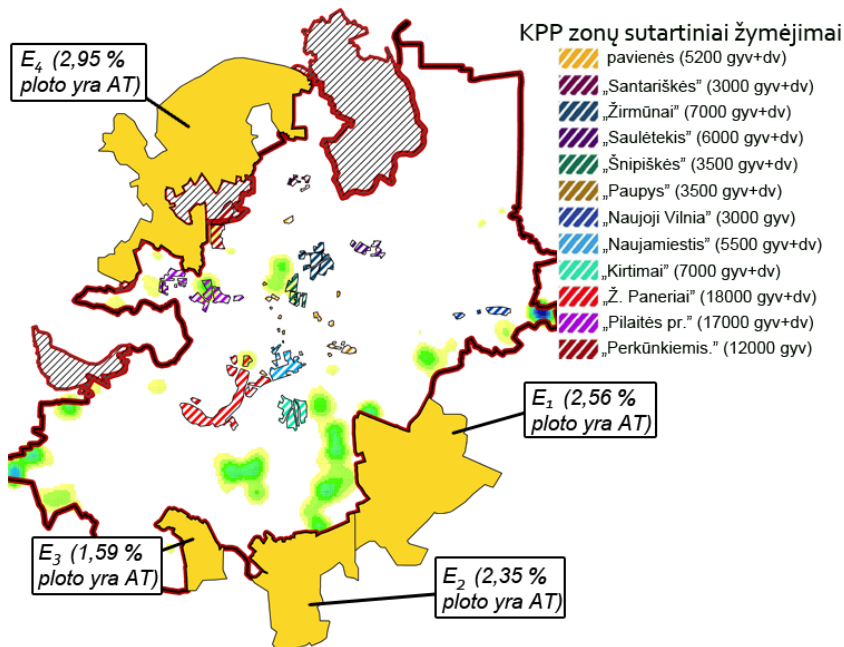
Fig. 2.13. The calculated numbers of the brownfield strip located at a distance of 6,5–9,5 km from the centre of Vilnius city (created by author)

Toliau atlikta periferinėje miesto dalyje esančių AT geostatistinė analizė. Periferinė miesto dalis – viena jautriausių miesto plėtros zonų. Statistika rodo, kad urbanizacija periferinėse miesto zonose ir aplink jas išikūrusiose gyvenvietėse dominuoja AT koncentracijos židiniai (1.11 ir 2.6 pav.). Atsižvelgiant į šiuos duomenis, AT sklaidos geoerdvinės statistinės analizės rezultatai turi būti vertinami kompleksiskai su likusios miesto teritorijos sprendiniais.

Atliekant šią analizę, perdengus su GIS priemonėmis sudarytu skaitmeniniu miesto modeliu, nagrinėti Vilniaus miesto savivaldybės apibrėžtų³ koncentruoto plėtros potencialo zonų duomenys (2.14 pav.).

Apskaičiuota, kad periferinė miesto dalis užima 11,2 tūkst. ha, šiame plote yra 295,6 ha AT. Tai sudaro 2,64 % visos periferinės miesto dalies. Vidutinis vienos AT plotas – 0,54 ha, tai yra 0,23 ha daugiau negu vidinėje miesto dalyje. Šis skirtumas sudaro prielaidą teigti, kad periferinėje miesto dalyje esančios AT ir jų prieigos pasizymi didesniu monofukciškumu nei urbanizuotoje miesto dalyje esančios AT.

³ KPP apibrėžtos Vilniaus miesto savivaldybės administracijai rengiant Naujų transporto rūšių iki 2040 m. SP.



2.14 pav. Periferinėse Vilniaus miesto zonose esančių apleistų teritorijų dalis ir Vilniaus mieste esantys magistraliniai dujotiekio ir elektros tinklai (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.14. The share of brownfields in peripheral areas of Vilnius and the main gas pipelines and electricity networks in Vilnius city (created by author)

Pažymėtina tai, kad apibrėžtų KPP zonose, rengiant SP, buvo apskaičiuotas optimistinis naujų gyventojų skaičiaus prieaugis esamomis urbanistinėmis sąlygomis. Privačiam kapitalui įgyvendinus didžiąją dalį numatytų statybos projektų, kai kuriose KPP zonose prasidėjo socialinės dezorganizacijos, nelygybės didėjimo reiškiniai, padidėjo viešojo saugumo ir atskirtumo nuo likusio miesto konteksto holistinis pojūtis. Šis reiškinys negali būti techniškai atspindėtas BP ir kituose planavimo dokumentuose. Detalūs AT pasiskirstymo periferinėse žemėse (E_1 , E_2 , E_3 ir E_4) duomenys pateikti 2.6 lentelėje.

2.14 paveiksle pateiktas esamos situacijos vaizdas patvirtina prielaidą, kad Vilniaus miesto plėtros kryptis nukreipta į šiaurės vakarus (didelio užstatymo intensyvumo teritorijos) ir į pietryčius (pramonės, gamybos, verslo ir rezervinės miesto teritorijos). Šios plėtros kryptys sutampa su pagrindinių magistralinių inžinerinių tinklų trasomis. Tai rodo, kad, planuojant miesto plėtros kryptis, iš dalies buvo atsižvelgta į esamą inžinerinę infrastruktūrą. Dėl to didžiausiais pavojais išlieka aplinkosauginis ir socialinis aspektas, ypač AT arealuose ir jų

prieigos zonose. Apibendrinta periferinių Vilniaus miesto dalių statistika, atsižvelgiant į AT apimtis, pateikta 2.5 lentelėje.

2.5 lentelė. Apleistų teritorijų pasiskirstymo periferinėse miesto dalyse statistiniai duomenys (sudaryta autoriaus)

Table 2.5. Statistical data of brownfields in peripheral parts of Vilnius city (created by author)

Žymuo	Plotas	%	AT ploto vidurkis zonoje, ha	AT plotas, ha	
E_1	3508	31,32 %	0,44	89,77	2,56 %
E_2	2030,1	18,13 %	0,94	47,8	2,35 %
E_3	659,8	5,89 %	0,42	10,47	1,59 %
E_4	5002,1	44,66 %	0,37	147,58	2,95 %
Iš viso	11 200	100 %	0,54	295,62	2,64 %

Remiantis pateiktais analizės rezultatais, galima teigti, kad daugiausia AT paskirties keitimo kontrolės ir reguliavimo reikalauja šiaurės vakarų ir pietryčių periferinės Vilniaus zonos. Šiose zonose nustatyta 235,35 ha, t. y. net 79,6 % visų periferinėje Vilniaus miesto dalyje esančių AT. Taigi, planuojant kompaktišką miesto modelį, periferinėje Vilniaus miesto dalyje AT paskirties keitimas pirmiausia turi būti vykdomas E_1 ir E_4 zonose.

Detalizuojant jau gautus rezultatus, toliau nagrinėtas AT pasiskirstymas pagal KPP zonas. KPP – tai zonos, kuriose planuojami didžiausi demografiniai ir statybų apimtys pokyčiai iki 2020 m. esant savivaldybės ir privataus verslo kapitalo ištraukimui. KPP pasiskirstymas pateiktas 2.14 paveiksle ir 2.6 lentelėje. KPP praktikoje paskutinį kartą buvo vertintos 2011 m. Vilniaus miesto savivaldybės administracijai rengiant naujų transporto rūšių diegimą Vilniaus mieste SP (Vilniaus miesto savivaldybės... 2011).

Atliekant analizę, nustatyta, kad KPP zonų planavimas vykdytas neatsižvelgiant į AT skaičių seniūnijose ir geografines jų savybes. Apskaičiuota, kad KPP potencialas Vilniaus mieste sudaro 1405,35 ha, t. y. 3,43 % viso miesto ploto. Palyginimui – AT užima 1089,91 ha, t. y. 2,66 %. KPP zonose AT užima tik 66,28 ha, t. y. 6,31 %.

Šis neatitikimas tarp ilgalaikio strateginio planavimo ir AT pasiskirstymo mieste patvirtina iškeltą hipotezę, vykdant strateginį miesto planavimą iki šiol nebuvo atsižvelgta į AT geografinį pasiskirstymą, galimą pavojų socialinei aplinkai ir jų ekologinį poveikį. Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad dauguma AT miestuose yra išsidėsčiusios izoliuotose arba marginalinėse zonose, kuriose vyrauja socialinė dezorganizacija, anonimiškos ir padidėjusio kriminogeninio aktyvumo erdvės (Bielinskas *et al.* 2014; Blanco *et al.* 2009), todėl dauguma plėtotojų nėra linkę investuoti į tokių rizikingų miesto dykrų atgaivinimą.

2.6 lentelė. Apleistų teritorijų pasiskirstymas koncentruotos plėtros potencialo (KPP) zonose (sudaryta autoriaus)

Table 2.6. The distribution of brownfields in the areas of the potential for concentrated development (KPP) (created by author)

KPP zonos	Plotas, ha	AT, ha	%	Gyv. sk.	%
Pavienės	53,11	2,01	3,78	3472	8,45
Santariškės	29,6	1,25	4,22	797	1,94
Žirmūnai	111,46	2,42	2,17	3907	9,51
Saulėtekis	60,53	0,00	0,00	2000	4,87
Šnipiškės	75,62	7,30	9,65	3418	8,32
Paupys	37,28	0,00	0,00	806	1,96
Naujoji Vilnia	54,72	0,00	0,00	185	0,45
Naujamiestis	124,89	7,03	5,63	9425	22,93
Kirtimai	136,09	2,39	1,76	336	0,82
Žemieji Paneriai	388,59	10,18	2,62	1175	2,86
Pilaitės prospektas	193,14	26,43	13,68	6053	14,73
Perkūnkiemis	140,32	7,27	5,18	9522	23,17
Iš viso	1405,35	66,28	4,06	41096	100,00

Viena pagrindinių šių problemų priežasčių – trumparegiškas miesto erdvių planavimas, pabrėžiant tik vieną arba kelis kriterijus, dažniausiu atveju ekonominius, kurie nukreipti į finansinę privataus kapitalo naudą.

Remiantis statistiniais duomenimis, daugiausia gyventojų yra Perkūnkiemio ir Naujamiestio KPP zonoms (apytikriai 46,1 % visų KPP zonose esančių gyventojų). Taip pat šiose KPP zonose užfiksuotas vienas didžiausių AT, tenkančių vienam KPP zonos hektarui, skaičius (atitinkamai 5,18 % ir 5,63 %). Šnipiškėse ir Pilaitės KPP zonose šis rodmuo didesnis yra didžiausias iš visų apibrėžtų KPP zonų (atitinkamai 9,65 % ir 13,68 %).

Šie duomenys išryškina dvi pagrindines plėtros kryptis: 1-oji – miestų plėtra nukreipta į erdves (Naujamiestis, Naujininkai, Šnipiškės), kurioms labiausiai būdingos marginalinės bendruomenės, kur geografinės savybės ir susisiekimas su ekonominėmis miesto zonomis sudaro tvirtą pagrindą NT išliekamajai vertei. Todėl investicijos į paskirties keitimo ir AT atkūrimo procesus šiose miesto vietose reikalauja santykinai mažesnio pradinio kapitalo ir yra patrauklios privatų kapitalą taikant PPP arba visiškai perleidžiant turtą; 2-oji kryptis – tai tipiška plėtros kryptis, kai dėl mažesnių pradinių investicijų, kurias lemia santykinai žema žemės ir kito NT kaina (Perkūnkiemis), yra nukreipiama į periferinę zoną su mažai išvystyta esama inžinerine ir socialine infrastruktūra dėl komercinės NT naudos. Paprastai tai lemia žemesnį gyvenimo kokybės lygį (neišvystyta susisiekimo infrastruktūra, gajos monofunkcės zonos, nėra žaliųjų erdvių, nėra

urboekologinės funkcijos ir kt.), tačiau, tinkamai šiose zonose išnaudojant AT, galima sukurti vietos gyventojų poreikius atitinkantį bendrąjį gėrį.

Siekiant kompleksiskai vykdyti mieste esančių AT pertvarkymą remiantis šiomis gairėmis, būtina sudaryti miesto dalių prioritetų tvarką. Remiantis sudaryta prioritetų sistema, sudaromos tinkamos sąlygos rengti AT pertvarkymo strategiją, nustatyti jautriausias miesto zonas įgyvendinant miesto plėtros sprendinius.

Apibendrinus atliktos geostatistinės analizės rezultatus ir atsižvelgus į ML bei HL sudarytą AT tipologiją (1.2.1 poskyris), sukurtas prioritetinių seniūnijų sąrašas (2.7 lentelė). Kiekvienai seniūnijai priskirtas vykdyti AT paskirties keitimo procesus pagal svarbą lygis Pr (Bielinskas *et al.* 2018). Toks skirstymas sudaro tinkamas sąlygas palyginti skirtingų miesto teritorinių vienetų svarbą vykdyti teritorijų planavimo ir statybos sprendinius pagal strateginius lygmenis naudojant AT laiko atžvilgiu.

Miesto teritorinių vienetų D_i prioritetiškumo sistemą sudaro trys klasės (I, II ir III). Aukščiausio prioriteto klasei priklauso Viršuliškių (D_{10}) ir Šnipiškių (D_6) seniūnijos. Tai vienos tankiausiai apgyvendintų neformalių teritorinių bendruomenių zonos Vilniaus mieste. Todėl AT paskirties keitimas šiose miesto dalyse hipotetiškai gali daryti didžiausią poveikį ten esančių gyventojų poreikiams tenkinti plėtojant socialinę ir inžinerinę infrastruktūrą (bendrojo gėrio sukūrimas pakeitus AT paskirtį).

2.7 lentelė. Miesto seniūnijų prioritetiškumo sistema (sudaryta autoriaus)

Table 2.7. The priority system for city (created by author)

Prioritetiškumas, Pr	Seniūnija	Apleistų teritorijų užimamas plotas, ha/10 000 gyv.
1	2	3
1	D_{10}	256,5
1	D_6	312,7
2	D_{15}	57,5
2	D_{13}	109,3
2	D_{11}	119,9
2	D_5	475,5
2	D_3	167,0
3	D_{19}	5,3
3	D_{14}	61,2
3	D_{12}	111,3
3	D_9	302,2
3	D_2	793,5
3	D_1	827,3
4	D_{18}	5,4
4	D_{16}	37,7

2.7 lentelės pabaiga

1	2	3
4	D_{20}	179,4
4	D_8	346,3
4	D_7	372,5
4	D_{17}	28,7

Pritaikius geostatistinės analizės metodus (2.1 poskyris), nustatyta, kad urbanistiniu ir statybos požiūriu didžiausio žemės paskirties keitimo potencialo teritorijos driekiasi monofunkcėse Vilniaus vietose, kur vyrauja monotoniška užstatymo struktūra ir santykinai skurdi architektūra, daugiausia Šeškinės, Naujininkų, Antakalnio, Žirmūnų ir kitų mikrorajonų teritorijose.

Skirtingų miesto dalių prioritetinė tvarka gali skirtis atsižvelgiant į strateginius miesto tikslus, geopolitinę padėtį, turimus finansinius išteklius ir (arba) norimą išspręsti miesto vystymo problemą.

2.3. Geostatistinė apleistų teritorijų analizė ir ekonominės aplinkos Liverpulio mieste tyrimas

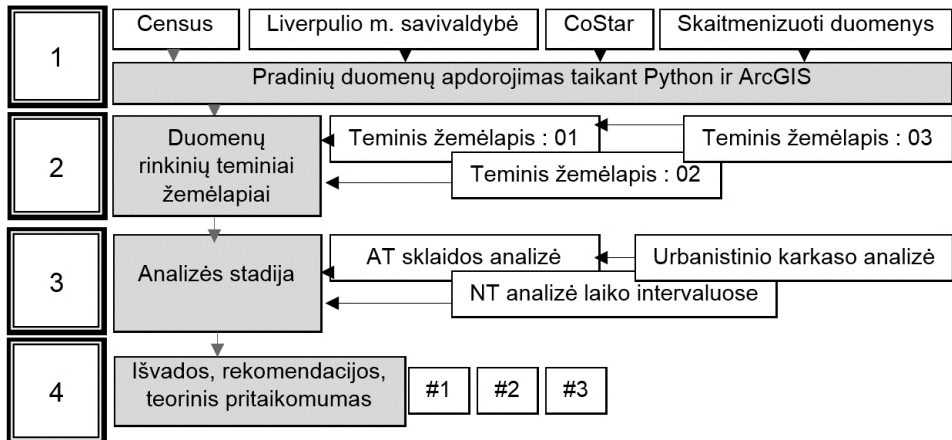
Praktikoje AT antrinis panaudojamas matuojamas atsižvelgiant į privataus verslo ekonominę naudą. Norint nustatyti ryšį tarp ekonominės aplinkos ir AT realiomis sąlygomis, reikia pasirinkti patikimą ir reprezentatyvų duomenų šaltinį. Kadangi Lietuvoje iki šiol nėra sukurta tinkamos ekonominių rodmenų DB, tinkančios geokodavimui ir erdvinei analizei, tirti pasirinkti Vilniaus miesto urbanistinė struktūra panašaus Didžiosios Britanijos miesto – Liverpulio – NT transakcijų duomenys. Šių duomenų šaltinis yra visuotinai pripažinta ir plačiai naudojama komercinė duomenų teikimo sistema *CoStar*. Naudojant šį duomenų šaltinį, galima atlikti geokodavimą taikant *Google Maps API* duomenų apsikeitimo prieigą. Šiuo tyrimu siekiama identifikuoti ir įvertinti AT bei ekonominės miesto aplinkos ryšį taikant prielaidą, kad toks ryšys egzistuoja.

Gauti rezultatai vertinami kaip darantys prielaidas strateginiam didžiųjų Europos miestų planavimui ir daro įtaką formuojant ekonominių rodiklių grupę C_E tolimesniame metodologijos etape (3.2 poskyris). Vilniaus ir Liverpulio miestų urbanistiniai parametrai lyginami 2.8 lentelėje.

Analizuojant AT nagrinėjamos Liverpulio miesto AT ir NT sandorių sąsajos laike ir erdvėje. Siekiant sujungti šias posistemes, remtasi tyrimo eigos planu, kurį sudaro keturios dalys (2.15 pav.).

Tyrimo etapai atlikti laikantis nustatyto eiliškumo. Šis tyrimo modelis gali būti taikomas bet kokio didmiesčio AT analizei, jeigu pradinių duomenų šaltiniai

gali būti atvaizduojami geografiškai (pvz., atliekant geokodavimą ir taikant *Google Maps* API duomenų apsikeitimo platformą) ir laiko eilutėje.



2.15 pav. Apleistų teritorijų ir nekilnojamojo turto rinkos Liverpulio mieste tyrimo schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.15. The processes of the interaction between brownfields and the real estate market in Liverpool (created by author)

Šio tyrimo dalyje taikant 2.1 poskyryje pateiktas geostatistinės analizės priemonės ir metodus, sujungti daugiaformačiai duomenys iš skirtingų duomenų šaltinių Liverpulio mieste. Tokiu būdu sudarytos DB, tinkamos įvertinti ekonominės miesto aplinkos ir apleistų teritorijų erdvinį ir matematinį ryšį. Pagrindiniai duomenų šaltiniai, sudarantys išteklių visumą, yra šie:

- Liverpulio miesto savivaldybės administracija. Šis išteklius suteikia prieigą prie Liverpulio miesto savivaldybės administracijos atvirų DB.
- *Census*. Tai duomenų rinkiniai, naudojami naujoms paslaugoms Liverpulio mieste ir prieigose plėtoti bei kurti. Duomenys apima demografinės populiacijos charakteristikas. Fiksuojami nedarbo lygio, sveikatos apsaugos, švietimo sistemos, namų ūkio rodikliai. Taip pat taikomos charakteristikos, apibrėžiančios transporto sistemos ir kitų paslaugų apimtis ir kokybę (Liverpool City Council 2016). Šis duomenų šaltinis leidžia naudotis savivaldybės surinktais GIS duomenimis.
- Liverpulio regiono vietinės partnerystės asociacija (toliau – LRVPA). Šis resursas suteikia prieigą prie LRVPA parengtų ir patvirtintų planavimo dokumentų. Daug dėmesio skirta *City Region Innovation plan* (Liverpool City Region 2016) šaltiniui, kuris apibrėžia pagrindines Liverpulio teritorijų planavimo gaires iki 2020 metų.

- *CoStar* NT registro DB. Šis duomenų resursas leido skaitmeninti ir susisteminti NT sandorių įrašus 2006–2016 metais. Remiantis šia prieiga, susistemunami šio laikotarpio pramoninių, mažmeninės prekybos ir biuro patalpų NT įrašai pagal jų vietą mieste.
- Kita viešai prieinama informacija gauta taikant *Google Maps API* duomenų keitimosi paketą, suskaitmeninti 464 AT plotai Liverpulio miesto teritorijoje. Tai leido nustatyti jų sąveiką su urbanistine miesto struktūra ir ekonomine aplinka.

Iš viso skaitmeninti 478 NT sandoriai 2006–2016 metų *CoStar* DB įrašai. Šių įrašų pasiskirstymas erdvėje pateiktas 2.16 paveiksle. Surinkti duomenys ir su jais atlikti išvestiniai skaičiavimai pagal statistinės analizės formules ir pasitelkiant GIS technologiją.

Šie duomenys susisteminti pagal NT turto sandorių tipą:

- pramoninės paskirties objektų sandoriai (97 vnt., 20,34 %);
- mažmeninės prekybos objektų sandoriai (119 vnt., 24,96 %);
- biurų pastatų objektų sandoriai (261 vnt., 54,72 %).

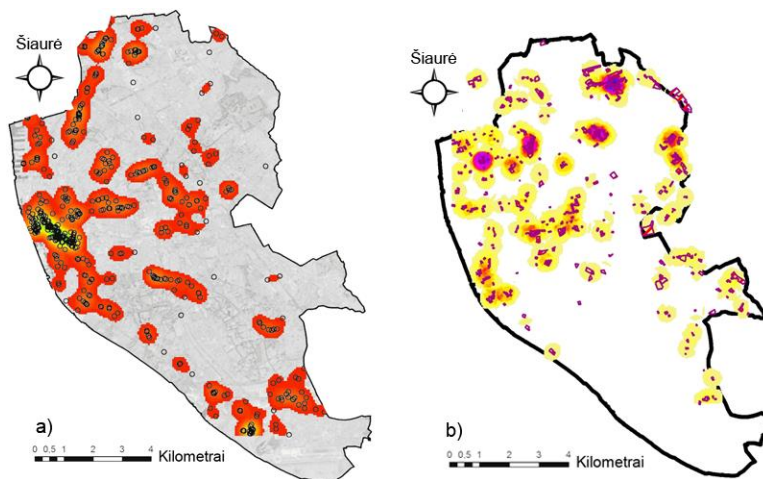
Kiekvienas šių įrašų kaupia duomenis apie sandorį: sandorio tipas, data, vertė ir vieta mieste. Tokiu būdu iš viso surinkta maždaug 2 tūkst. duomenų reikšmių apie NT sandorius Liverpulio mieste. Sugretinus šiuos duomenis su AT pasiskirstymu nagrinėjamoje teritorijoje, atlikta detali šių komponentų sąsajų analizė, kuri pateikta tolimesniuose poskyriuose.

2.8 lentelė. Vilniaus ir nagrinėjamos Liverpulio miesto dalies bendroji statistika (sudaryta autoriaus)

Table 2.8. The general statistics of Vilnius city and the investigated part of Liverpool city and generic (created by author)

Parametras	Vilnius	Liverpulio miesto nagrinėjama dalis
Plotas, km ²	354,78	111,84
AT, %	2,59	2,53
Vidutinis AT dydis, ha	0,92	0,67
Tankis, gyv./km ²	1,392	4,230
Gyventojų sk., mln.	≈0,494	≈0,473
Karštieji taškai, vnt.	6	5

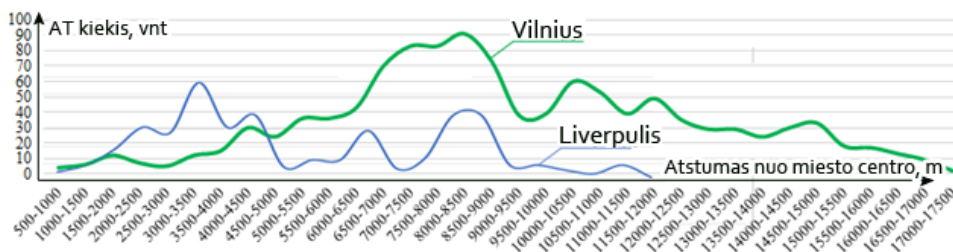
Statistinių parametų palyginimas sudarė tinkamas sąlygas įvertinti Vilniaus ir Liverpulio miestų pagrindinius panašumus ir skirtumus. Šio palyginimo rezultatai patvirtino iškeltą hipotezę, kad pagal vyraujančią gyventojų skaičiaus tankį mieste abiejų miestų AT ekonominiai rodikliai gali būti analizuojami tarpusavyje.



2.16 pav. Tiriamų elementų pasiskirstymas Liverpulio mieste: a) nekilnojamojo turto sandoriai 2006–2016 m.; b) apleistos teritorijos (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.16. The distribution of investigated elements in Liverpool: a) real estate transactions for the period 2006–2016; b) urban of brownfields (created by author)

Duomenų sugretinimas ir agregavimas atliktas laikantis 2.1 poskyryje aprašytos tvarkos. Suskaitmenintų GIS duomenų apdorojimas atliktas taikant 2.12 poskyryje aprašytus metodus. Naudojant surinktus duomenis, atlikta AT sklaidos analizė pagal AT skaičiaus pasiskirstymą pagal atstumą nuo miesto centro. Vilniaus ir Liverpulio miestų lyginamasis kiekio pasiskirstymo grafikas pateiktas 2.17 paveiksle. AT dažnio pasiskirstymas pagal atstumą nuo geografinio miesto centro sudaro tinkamas sąlygas kelti prielaidas dėl priemiestinių miesto zonų ir miesto dalių, kurioms turėtų būti skirtas išskirtinis dėmesys, nustatymo.



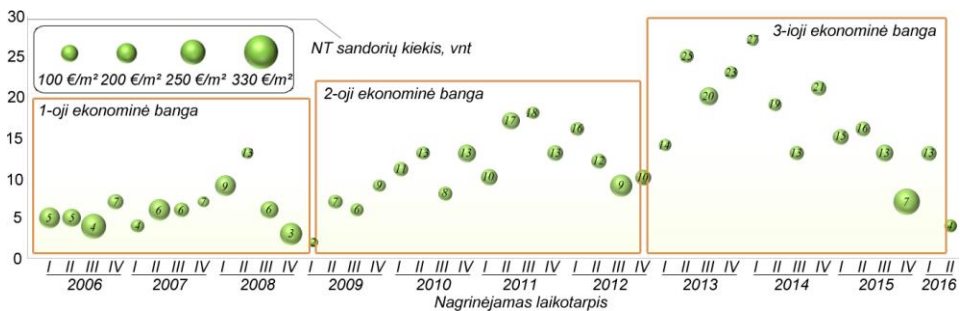
2.17 pav. Apleistų teritorijų pasiskirstymas pagal atstumą nuo miesto centro Vilniaus ir Liverpulio mieste (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.17. The distribution of brownfields by distance from the city centre in Vilnius and Liverpool cities (created by author)

Skaidos kitimo grafikas atskleidžia pagrindinius skirtumus tarp nagrinėjamų miestų. Skirtingai negu Vilniaus mieste, kur daugiausia AT yra išsidėsčiusios 6,5–9,5 km spinduliu nuo miesto centro, Liverpulio mieste didžiausi skaidos ekstremumai nustatyti 3,0–4,5 km ir 7,5–9,5 km atstumu nuo centrinės miesto dalies. Keliama prielaida, kad šis reiškinys rodo istorinius miesto plėtros pokyčius NT rinkoje ir ekonominių svyravimų įtaką atsižvelgiant į urbanistinį miesto karkasą. Remiantis šia prielaida ir žinant, kad vidutinis AT plotas Liverpulyje 27 % mažesnis negu Vilniuje, galima teigti, kad Liverpulyje miesto plėtra vykdoma laikantis ekonominių saugiklių, kad nesusiformuotų AT įskaitant jose esančius pastatus su inžinerine infrastruktūra.

Atliekant istorinių NT transakcijų duomenų analizę, išnagrinėta Liverpulio mieste atliktų NT sandorių įrašai nuo 2006 iki 2016 metų. Tyrimo objektas – mažmeninės prekybos, pramonės ir biurų patalpų paskirties sandoriai. Atliekant tyrimą, remiamasi prielaida, kad visų nagrinėjamų paskirčių sandoriai atspindi bendrą miesto ekonomikos likvidumą ir esamą potencialą bei turi ryšį su AT skaidos dinamika. Iš viso susisteminti 479 NT sandorių duomenys.

NT sandorių duomenys leidžia pažvelgti į ekonominės miesto aplinkos potencialą konkrečiu periodu ir numatyti miesto kaip urbanistinės struktūros augimo ir susitraukimo tempus bei laiką. Siekiant išvengti duomenų perpildymo (angl. *overfitting*) problemos, duomenys agreguoti pagal metų ketvirčius. Duomenų imtis, apimanti 114 mėnesių laikotarpį nuo 2006 m. pirmojo iki 2016 m. antrojo ketvirčio pabaigos, atspindi NT transakcijos vertės ir sudarytų sandorių per laiko vienetą įverčius (2.18 pav.).

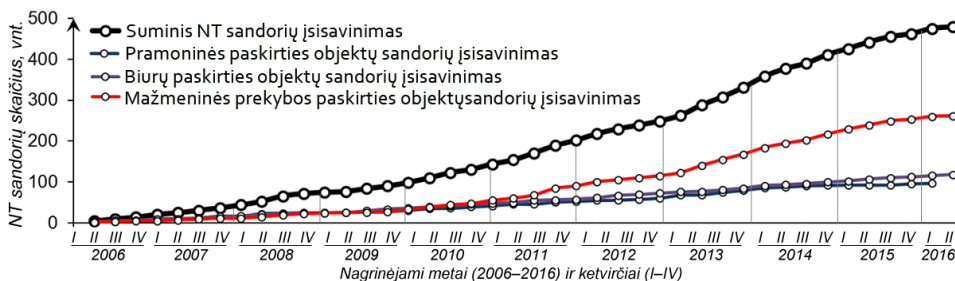


2.18 pav. Apibendrintas nekilnojamojo turto sandorių dažnio pasiskirstymas pagal vykdymo metus ir ketvirtį Liverpulio mieste (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.18. A summary of the distribution of real estate transaction frequency by the year and quarter of performance in Liverpool (created by author)

Iš 2.18 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad atliktų NT sandorių dažnis cikliškai kito ir didėjo per pastarąjį dešimtmetį. Naudojantis šio laikotarpį surinktais duomenimis, nustatyti trys sudarytų sandorių ciklai.

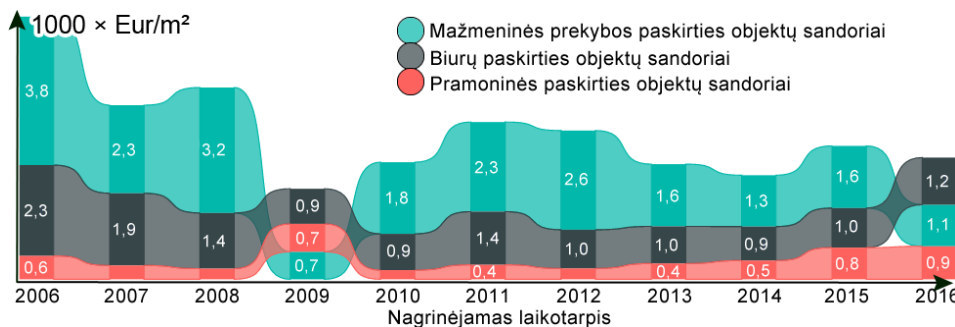
Pirmasis iš jų vyko nuo 2006 m. pirmojo ketvirčio iki 2008 m. ketvirtojo ketvirčio. Antrasis – nuo 2009 m. pirmojo ketvirčio iki 2012 m. trečiojo ketvirčio. Trečiasis įvyko nuo 2012 m. ketvirtojo ketvirčio iki 2012 m. antrojo ketvirčio. NT sandorių skaičiaus prieaugio suminio kitimo pagal sektorių grafinė interpretacija pateikta 2.19 paveiksle.



2.19 pav. Nekilnojamojo turto sandorių skaičiaus prieaugio suminis pokytis pagal sektorių Liverpulio mieste (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.19. A cumulative variations in growth in the quantity of real estate transactions by sector in Liverpool (created by author)

Apskaičiuota, kad nagrinėjamuoju laikotarpiu didžiausios vertės NT sandoriai buvo atlikti išsigyjant, naudojant esamus pastatus arba atliekant AT paskirties keitimą į biurų paskirties objektus (2.20 pav.). Vidutinė šio sektoriaus sandorio vertė nagrinėjamuoju laikotarpiu yra 5,2 mln. Eur, kai mažmeninės prekybos (toliau – MP) objektų – 2,5 mln. Eur, o pramoninės paskirties objektų – tik 2,0 mln. Eur.

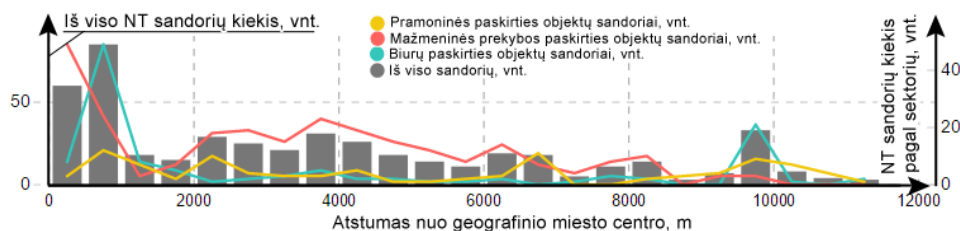


2.20 pav. Nekilnojamojo turto sandorių vidutinių verčių už 1 m² pagal sektorių 2006–2016 m. Liverpulio mieste grafinė interpretacija (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.20. The graphical interpretation of the average values of real estate transactions per square meter by sector for the period from 2006 to 2016 in Liverpool (created by author)

Daugiausia NT transakcijų fiksuota prieškriziniu laikotarpiu (iki 2008 metų imtinai). Ekonominė krizė 2008 m. labiausiai paveikė mažmeninės prekybos sektorių, kurio vidutinė transakcijų vertė sumažėjo 79 %.

Toliau nustatomas koreliacinio ryšys tarp AT ir NT transakcijų. Remiantis pirmiau pateiktomis analizėmis, NT sandorių duomenys buvo palyginti su erdvine AT Liverpulio mieste DB. Palyginus nagrinėjamus sandorius pagal sektorius ir AT vieta Liverpulio mieste, nustatytas erdvinis šių komponentų tarpusavio ryšys. Vienas svarbiausių dydžių, nusakančių šią tarpusavio sąveiką, yra atstumo nuo miesto centro erdvinė analizė. Nagrinėjamo laikotarpio sandorių kainų kitimo analizė pagal sektorių parodė, kad brangiausiai vertinami yra MP objektai. Vidutinė pastarojo dešimtmečio šios paskirties objektų sandorių vertė už kvadratinį metrą yra 200,1 Eur, už biuro paskirties sandorius – 117,9 Eur, o už pramonės paskirties – tik 45,8 Eur (2.21 pav.).



2.21 pav. Nekilnojamojo turto sandorių pagal sektorių ir apleistų teritorijų skaičiaus pasiskirstymas pagal atstumą nuo Liverpulio miesto centro (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.21. The distribution of real estate transactions by sector and the ratio of brownfields according to the distance from the city centre in Liverpool city (created by author)

Apskaičiuota, kad egzistuoja 2.9 lentelėje pateiktos NT sandorių pagal sektorių koreliacijos koeficientai R tarp jų vietos mieste ir atstumo nuo miesto centro.

2.9 lentelė. Koreliacijos koeficientų tarp nekilnojamojo turto sandorių sudarymo vietos atstumo nuo miesto centro ir apleistos teritorijos mieste reikšmės (sudaryta autoriaus)

Table 2.9. The values of correlation coefficients between the distance of the real estate transactions from the city center and the brownfields in the city (created by author)

Statistinis parametras	MP NT sandoriai	Biurų paskirties NT sandoriai	Pramoninės paskirties NT sandoriai
R	-0,72	-0,34	-0,20
Stiprumas	Stiprus	Silpnas	Labai silpnas

Rezultatai parodė, kad nuo 2011 m. sparčiai pradėjo daugėti MP NT sandorių. Šį reiškinį lėmė staigus ekonominės aplinkos potencialo augimas dėl palankių sąlygų kurti smulkųjį verslą. Tai lėmė AT ir jose esančių pastatų antrinį naudojimą atnaujinant senas komercines patalpas arba atliekant senų pastatų paskirties keitimą į komercinę.

Nustatyta, kad ryšys tarp visų tipų NT sandorių lokacijos ir AT sklaidos yra silpnas. Teigiamas ryšys apskaičiuotas tik MP objektams. Investicijos į miesto ekonominę aplinką, kuriant papildomas darbo ir prekybos vietas, sudaro kliūtis AT įsisenėti ir plisti, todėl ekonominės veiklos skatinimas AT koncentracijos vietose ir jų prieigose turi būti laikomas prioritetine planavimo kryptimi.

Taikant erdvinės analizės metodus, nustatyta, kad didžioji dalis MP objektų yra išsidėstę prie pagrindinių miestų gatvių ašių. Šios miesto gatvės atlieka jungiamąją funkciją tarp tankiausiai apgyvendintų ir didžiausia darbo vietų koncentracija pasižyminčių miesto teritorijų. Šiuo atveju galioja LLL (angl. *Location, Location Location*) taisyklė, kai ekonominis objekto potencialas tiesiogiai priklauso nuo jo aprūpinamos teritorijos ploto ir lokacijos (Yıldız, Tüysüz 2018; Meirleir 2011).

Šio tyrimo veikimo modelis gali būti taikomas bet kokiam Europos miestui, pasižyminčiam panašia urbanistine ir demografinė struktūra. Atskirai nagrinėjant sąsajas tarp AT ir ekonominės miesto aplinkos rodiklių galimus ateities pokyčius, rekomenduojama taikyti ML klastericazijos arba neuroninių tinklų modeliavimo principus, turint reprezentatyvią istorinių duomenų imtį.

2.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai

Geostatistinės analizės rezultatai parodė, kad AT būdinga skirtinga vidinė ir išorinė aplinka, kuri gali būti išreiškiama kiekybiniais ir kokybiniais parametrais. Šie parametrai sudaro antrinio AT naudojimo galimybes pagal vietines sąlygas. Atsižvelgus į ankstesnę AT paskirtį, AT paskirties keitimo scenarijus yra jas apibrėžiančių veiksnių vertinimo rezultatas, įgyvendinamas atsižvelgiant į ekonomines ir socialines aplinkos sąlygas (Stillwell, Scholten 2001).

Esant istorinių duomenų stokai, atsižvelgus į mieste dominuojančias funkcines zonas ir į Vilniaus miesto teritorinių vienetų daugiafunkciškumą (2.9 pav.), apibrėžti šeši galimi AT paskirties keitimo scenarijai T_i (2.10 lentelė).

Kiekvienas šių AT paskirties keitimo atvejų gali būti detalizuojamas vietovės lygmeniu. Tolimesniuose tyrimuose jos vertinamos strateginiu miestų planavimo lygmeniu. Paskirties keitimo scenarijai T_i iš praktinės pusės gali būti vertinami dvejopai: kurie rodikliai yra svarbiausi keičiant AT paskirtį vienu iš T_i atveju ir kuris geriausias AT paskirties keitimo scenarijus turi būti įgyvendinamas konkrečiame strateginio planavimo lygmens miesto teritoriniame vienetė.

2.10 lentelė. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijai T_i

Table 2.10. Scenarios T_i for changes in the purpose of brownfields

Scenarijus	Galima nauja AT paskirtis	Scenarijus	Galima nauja AT paskirtis
T_1	Žalioji erdvė	T_4	Pramoninė teritorija
T_2	Komercinės paskirties teritorija	T_5	Gyvenamosios paskirties teritorija
T_3	Sporto aikštynai	T_6	Miesto rezervui priskiriamos žemės, siekiant jas panaudoti ateityje

Apibrėžti AT paskirties keitimo scenarijai T_i yra miesto plėtros strategijos, naudojant esamus AT plotus, įgyvendinimo rezultatas. Galimas paskirties keitimo scenarijus T_i turi būti nustatomas įvertinant konkrečios AT savybes ir aplink vyraujančios aplinkos savybes (įvertinant AT pasiekiamumą artimiausių traukos centrų ir gyventojų koncentracijos taškų geografinę padėtį) objektyviaisiais rodikliais.

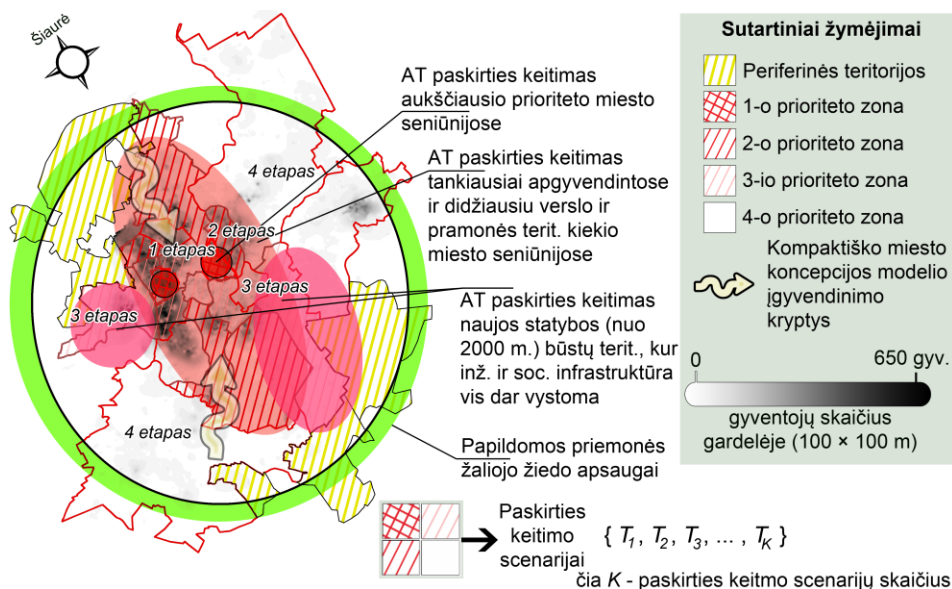
2.4.1. Teorinis apleistų teritorijų Vilniaus mieste paskirties keitimo įgyvendinimo strategijos modelis

Anksčiau aprašytos geostatistinės analizės rezultatai parodė, kad AT gali būti klasifikuojamos pagal prioritetą, vietą ir kitas būdingąsias savybes. Iki šiol nėra matematiškai, teisiškai ar istorine patirtimi pagrįstos strategijos, kuri, vertinant dugiafunkčius objektyviuosius aplinkos rodiklius, numatyti galimą AT naudojimo pobūdį, keičiant pradinę jų paskirtį ar jas sutvarkant.

Įvertinant esamus miesto poreikius ir prioritetus skirtinguose teritoriniuose vienetuose, nevienalytę socialinę ir ekonominę aplinką, būdingas vietovės savybes, AT paskirtis turi būti keičiama remiantis efektyvios miesto plėtros principais. Parengta strategija (2.22 pav.), atsižvelgiant į Vilniaus miesto seniūnijų prioritetiškumo klasę (2.5 lentelė), AT suformuotus arealus Vilniaus miesto struktūroje ir dominuojančių funkcinių zonų apimtis bei geografines padėtis.

Vidinė miesto plėtra keičiant AT paskirtį yra strateginės reikšmės planavimo priemonė, kuri turi būti realizuojama laikantis iš anksto suplanuotų ir miesto stiprybes, silpnybes, galimybes ir grėsmes atitinkančių sąlygų. Parengtoje strategijoje AT paskirties keitimo procesai vykdomi keturiais etapais ir numatomi laikantis jų eiliškumo. Pirmajame etape AT paskirtis turi būti keičiama aukščiausio prioriteto miesto seniūnijose. Antrajame etape AT paskirtis turi būti keičiama tankiausiai apgyvendintose ir daugiausia verslo ir pramonės teritorijų turinčiose seniūnijose. Vilniaus mieste tai yra centrinės dalies prieigos, didelio užstatymo intensyvumo ir toliau nuo miesto centro esančios teritorijos.

Trečiajame AT paskirties keitimo etape procesai vykdomi naujos statybos (nuo 2000 metų) būstų teritorijose, kuriose inžinerinė ir socialinė infrastruktūra nėra visapusiškai išplėta. Siekiant minimizuoti šiuos kaštus, AT gali būti vertinamos kaip neišnaudotas resursas šiai infrastruktūrai plėtoti. Ketvirtajame strategijos etape AT paskirties keitimo procesai vykdomi periferinėje miesto dalyje, kurioje paskirties keitimo poreikis yra mažiausias.



2.22 pav. Teorinis apleistų teritorijų paskirties keitimo strategijos modelis Vilniaus miesto atveju (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.22. A theoretical model of the strategy for changes in the purpose of brownfields in Vilnius city (created by author)

Strategiją įgyvendinant turi būti laikomasi kompaktiško miesto modelio. Tokiu būdu AT paskirties keitimo procesai nukreipiami į kompaktiško miesto modelio formavimą, apsaugant už periferinės miesto dalies besidriekiantį žaliąjį žiedą.

Laikantis darbe aprašytos metodologijos ir atsižvelgiant į jos teorinio taikymo rezultatus, turi būti parinktas tinkamiausias kiekvienos AT paskirties keitimo scenarijus T_i .

2.4.2. Apleistų teritorijų sutvarkymo koncepcijos miesto plėtros strategijos kontekste

Priklausomai nuo miesto vizijos AT paskirties keitimo strategija gali būti įgyvendinama laikantis miesto poreikius atitinkančios koncepcijos. Vilniaus miesto atveju išskirtos trys pagrindinės prioritetinės miesto plėtros kryptys. Jos aprašytos AT sutvarkymo koncepcijos miesto plėtros strategijos kontekste (2.23 pav.). Pasirinktas socialinis, ekologinis ir ekonominis aspektas iliustruoja darniosios miesto plėtros komponentus.

Realizuojant AT paskirties keitimo įgyvendinimo strategiją ir atsižvelgiant į planavimo tikslus, pasirinkta viena iš apibrėžtų AT sutvarkymo koncepcijų. Bendroju atveju koncepciją reikia vertinti kaip AT paskirties keitimo strategijos detalizavimą, pereinant iš strateginio į vietovės lygmenį.

1 etapas	2 etapas	3 etapas	4 etapas	Prioritetinė kryptis
Didžiausiu kriminalinio aktyvumu pasižyminti teritorijos	Centrinės miesto teritorijos	Toliau nuo miesto centro nutolusios pramoninės paskirties teritorijos	Žaliojo žiedo apsauga atliekant AT paskirties keitimą į žaliąsias zonas	Socialinis aspektas (1 koncepcija)
Žaliojo žiedo apsauga atliekant AT paskirties keitimą į žaliąsias zonas	Toliau nuo miesto centro nutolusios pramoninės paskirties teritorijos	Rekreacinių erdvių, sporto aikštynų, parkų planavimas atliekant AT paskirties keitimą	Didžiausiu kriminalinio aktyvumu pasižyminti teritorijos	Ekologinis aspektas (2 koncepcija)
Centrinės miesto teritorijos	Toliau nuo miesto centro nutolusios pramoninės paskirties teritorijos	Terit. bendruomenių (seniūnijų) centruose esančių AT paskirties keitimas į mišrią	Inžinerinės ir socialinės infrastruktūros vystymas rekreacinių erdvių prieigos zonose	Ekonominis aspektas (NT vystytojai, privatus kapitalas) (3 koncepcija)

2.23 pav. Apleistų teritorijų sutvarkymo koncepcija (sudaryta autoriaus)

Fig. 2.23. A concept of brownfield development (created by author)

AT sutvarkymo koncepcijos skatina atkreipti dėmesį į vietinio lygmens miesto socialines ir ekonomines problemas (pavyzdžiui, nusikalstamumas, rekreacinių erdvių išsaugojimas ir apsauga, teritorinių bendruomenių poreikių užtikrinimas ir kt.). Šios koncepcijos yra rekomendacinio pobūdžio ir gali būti keičiamos atsižvelgiant į kiekvieno miesto ypatybes ir planavimo tikslus.

Atsižvelgus į skaičiavimus, pasiūlyti AT sutvarkymo koncepcijoms įgyvendinti integruotų paskirties keitimo scenarijų rinkiniai (3.14 pav.).

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Geostatistinės analizės metu atliktų skaičiavimų rezultatai atskleidė, kad vidutinis apleistų teritorijų kiekis seniūnijose yra didesnis nei deklaruojama miesto planavimo dokumentuose. Vienoje Vilniaus miesto seniūnijoje vidutiniškai yra 23 apleistos teritorijos. Priklausomai nuo seniūnijos funkcinio nevienalytiškumo, apleistų teritorijų plotas jose skiriasi iki 40 kartų. Mažiausias vidutinis apleistos teritorijos plotas nustatytas Fabijoniškių seniūnijoje (0,04 ha), didžiausias – Šeškinės (1,58 ha).
2. Vilniaus miesto periferinėse dalyse, kurių bendras plotas yra apie 11,2 tūkst. ha, yra 295,6 ha apleistų teritorijų. Tai sudaro beveik 2,64 % visos periferinės miesto dalies teritorijos. Vidutinis apleistos teritorijos plotas – 0,54 %. Tai yra 0,23 ha daugiau, negu miesto urbanizuotose seniūnijose. Priemiestinės miesto dalies apleistoms teritorijoms būdingas didesnis monofunkciškumas nei teritorijoms, esančioms urbanizuotoje miesto dalyje.
3. Koncentruotos plėtros zonose apleistos teritorijos užima 66,28 ha, t. y. 6,31 % šių zonų ploto. Tai rodo, kad planavimo dokumentuose nėra atsižvelgiama į apleistų teritorijų geografinį išsidėstymą, jų galimą pavojų socialinei, ekologinei, ekonominei ir urbanistinei aplinkai.
4. Sukurtas metodas leido nustatyti, kad yra statistinis ryšys tarp nekilnojamojo turto sandorių skaičiaus ir apleistų teritorijų tiesinio atstumo nuo geografinio Vilniaus miesto centro. Rezultatai parodė, kad didžiausias atstumo nuo miesto centro poveikis jaučiamas teritorijose, nuo miesto centro nutolusiose 6,5–9,5 km. Likusios miesto dalies apleistų teritorijų savybėms didesnę poveikį daro kiti rodikliai.
5. Taikant sudarytą apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių duomenų bazę ir atlikus geostatistinę analizę, pasiūlytas būdas formuoti apleistų teritorijų paskirties keitimo strategiją. Remiantis šia strategija galima sudaryti sprendinių įgyvendinimo koncepcijas, parengti apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų rinkinius miestui.

Miesto apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų vertinimas

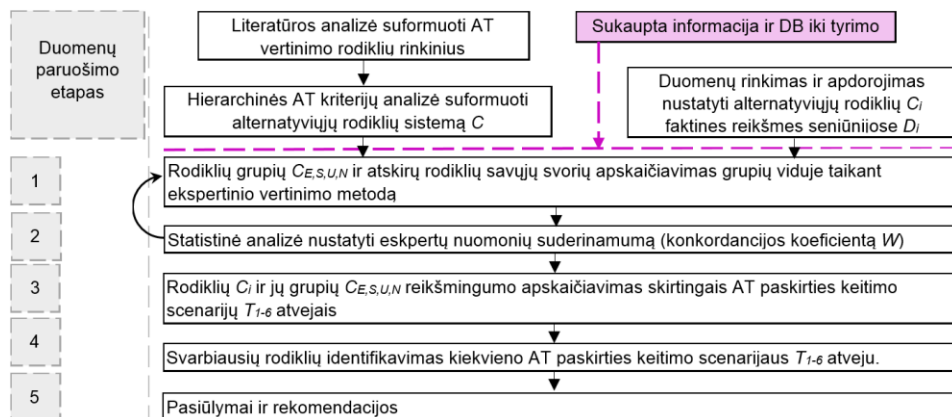
Trečiajame skyriuje, remiantis atliktų tyrimų rezultatais ir ekspertinio vertinimo būdu apskaičiuotais rodiklių svorių koeficientais, taikomi COPRAS, SAW, TOPSIS, DELFI ir EDAS DSPM metodai. Sukurta hierarchinė AT ankstyvųjų rodiklių sistema, kuria remiantis pasiūlyta AT sisteminio vertinimo sistema. Ji leidžia atlikti kompleksinį AT vertinimą skirtingose miesto dalyse nustatyti reikšmingiausius vertinimo rodiklius kiekvienu AT paskirties keitimo atveju ir parinkti tinkamiausias miesto vietas konkrečioms AT paskirties keitimo scenarijams įgyvendinti. Pateikti šeši anksčiau praktikoje netaikyti AT paskirties keitimo scenarijų koncepciniai modeliai, pritaikyti didmiesčiams.

Šio skyriaus medžiaga paskelbta trijuose straipsniuose (Burinskienė *et al.* 2015; Bielinskas *et al.* 2018; Bielinskas ir Burinskienė 2016).

3.1. Apleistų teritorijų ir jų paskirties keitimo scenarijų vertinimo algoritmas

Darbe tyrimai vykdomi laikantis nustatyto eiliškumo atlikus 2 skyriuje aprašytą geostatistinę analizę. Tai yra duomenų paruošimo etapas, apimantis mokslinės

literatūros analizę, duomenų skaitmenizavimą, kaupimą ir sisteminimą. Svarbiausias šio etapo žingsnis – hierarchinės AT rodiklių sistemos sudarymas. Remiantis šia sistema apibrėžti alternatyvieji rodikliai, leidžiantys įvertinti AT parametrus įvairiais analizės aspektais (3.1 pav.).



3.1 pav. Apleistų teritorijų rodiklių vertinimo algoritmas (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.1. The algorithm for the evaluation of brownfield indicators (created by author)

Parengus duomenis, toliau paeiliui vykdomi penki skaičiavimų etapai. Jų metu apskaičiuojami savieji AT rodiklių ir jų grupių svoriai, nustatomas jų suderinamumas. Toliau AT vertinimo rodikliai ir jų grupės vertinami skirtingais paskirties keitimo atvejais. Gavus šių skaičiavimų rezultatus, toliau vertinamos skirtingos miesto seniūnijos (arba kiti teritorines bendruomenes identifikuojantys teritoriniai vienetai) pagal tinkamumą realiomis sąlygomis įgyvendinti AT paskirties keitimo scenarijus. Tokiu būdu suformuota teritorinių vienetų prioritentinė eilutė pagal tinkamumą jų geografinę aprėptimi realizuoti skirtingos AT paskirties keitimo scenarijus. Atlikus šiuos tyrimus, parengiamos miesto strateginio planavimo gairės. Suformuojamos prielaidos ir pagrindiniai principai reglamentuoti strateginį miesto planavimą pagal gautus rezultatus.

3.2. Apleistų teritorijų vertinimo rodiklių sistemos sudarymo būdas ir jo taikymas

Mokslinėje literatūroje aptinkama gausybė įvairių AT atgaivinimo procesus nagrinėjančių tyrimų metodų aprašymų. Į tuos metodus būna įtraukti vienas ar keli svertiniai rodikliai, tarp kurių dažniausiai pasitaiko šie:

- rizikos vertinimas (Semenzin *et al.* 2006; Strengė, Chamberlain 1995);
- urbanistinį planavimą reglamentuojanti teisinė politika (Linkov *et al.* 2006);
- atkūrimo optimizacija (Bürger *et al.* 2007; Wang, McTernan 2002);
- finansiniai AT atgaivinimo kaštai (Kaufman *et al.* 2005);
- teigiamas AT poveikis aplinkai (Lange, McNeil 2004);
- infrastruktūros plėtotė (Attoh-Okine, Gibbons 2001);
- miestų planavimas pagal biudžeto pajėgumus (Alvarez-Guerra *et al.* 2009; Stevens *et al.* 2007).

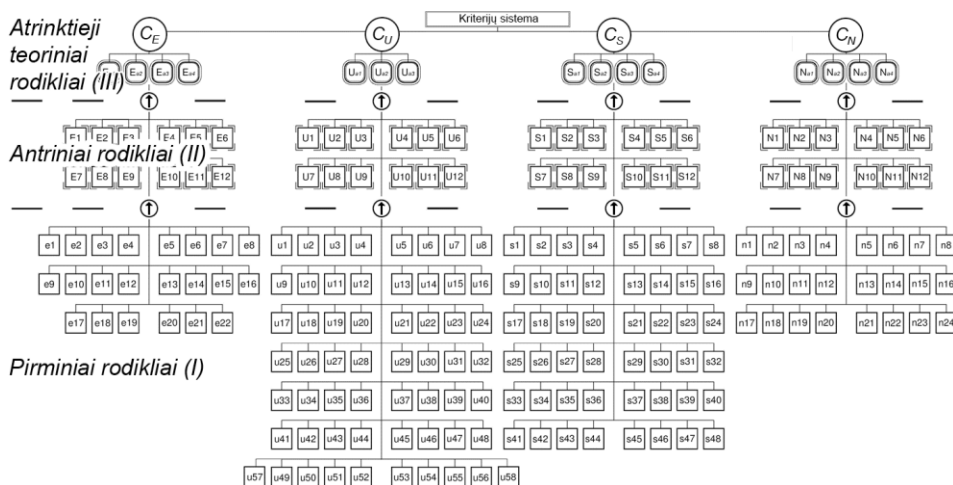
Apleistų pastatų likvidumo programoje (2008) teritorijos yra tiesiogiai susietos su jose esančiais pastatais, todėl AT vertinamos pagal atitinkamus tokių pastatų rodiklius (žemės nuosavybė, teisiškai pripažinti neužbaigti statiniai ir kt.). Regionai ir šalys formuojasi bei veikia skirtingomis socialinėmis bei ekonominėmis sąlygomis. Vienos teritorijos yra labiau pažeistos globalių pokyčių, kitos mažiau. Todėl nėra vienos ir absoliučiai pripažintos AT ankstyvųjų rodiklių sistemos, kurią galėtume taikyti visiems miestams.

Remiantis Alexandrescu *et al.* (2018) ir Beames *et al.* (2015), pasiūlytas teritorijos gyvavimo ciklo modelis ir „ankstyvųjų rodiklių idėja“, kurią bandyta taikyti Green (2018). Darbe nustatyti išankstiniai rodikliai, galintys padėti numatyti teritorijos potencialą tapti apleista pačiame anksčiausiame teritorijos gyvavimo ciklo etape. Sprendžiant AT problematiką, ankstyvųjų rodiklių vaidmuo apibrėžiamas taip: šie išpėtų suinteresuotus asmenis ar teritorijų planuotojus apie gresiantį pavojų teritorijai tapti apleista.

Pabrėžtina tai, kad AT yra žmogaus ūkinės veiklos rezultatas, todėl jos negali būti priskiriamos savaiminiams procesams. Todėl šiuos procesus reikia reguliuoti atsižvelgiant į aibę kiekybinių ir kokybinių rodiklių (Rosén *et al.* 2015; Morio *et al.* 2013) ir juos tarpusavyje grupuoti pagal jų poveikio tipą (Abdullahi, Pradhan 2015; Markevičius, Podvezko 2014; Saaty 1988). Pažymėtina, kad pagal nė vieną iš rodiklių negalima daryti tikslios prielaidos prognozuoti AT atsiradimo arba plėtros. Atlikus mokslinės literatūros apžvalgą, nustatyta, kad rodiklių, kuriais remiantis galima apibrėžti AT, yra daug ir įvairių. Atrinkti 152 rodikliai, kurie gali būti tinkami tokiems vertinimams (3.2 pav.).

Būtų sudėtinga apdoroti tokią gausą informacijos, todėl rodiklių skaičių būtina mažinti ir apsiriboti keliomis dešimtėmis (Podvezko 2009). Analizuojant AT Lietuvos miestuose, reikia nustatyti pačius svarbiausius AT ankstyvuosius rodiklius. Praktiniu požiūriu pasirinktų rodiklių turėtų būti ne daugiau kaip 15 (HOMBRE 2013). Darbe pateiktiems tyrimams įvykdyti tiek rodiklių yra pakankama objektyviai išmatuoti AT kokybinius ir kiekybinius parametrus realiomis miesto sąlygomis. Kiekvienas rodiklis pagal jo poveikio tipą priskiriamas atitinkamai rodiklių grupei, kurių iš viso sistemoje yra keturios. Mažinant rodiklių skaičių, mažėtų tikslumas ir informatyvumas. Siekiant to išvengti, rodiklių atrankai taikytas literatūros (Matos *et al.* 2018; CEEP 2014; CTLS 2011; EPA's Smart Growth... 2003;

HOMBRE 2013; Mulliner *et al.* 2015; Prochorskaite *et al.* 2016) analize grindžiamas atrankos ir grupavimo bei ekspertinio vertinimo metodus.



3.2 pav. Tyrime naudotų rodiklių hierarchinė sistema (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.2. The hierarchical system of criteria used for research purposes (created by author)

Nagrinėjami rodikliai mokslinėje literatūroje priskirti tirti tam tikrą AT aplinką (Critto *et al.* 2006), mūsų atveju – socialinę, ekonominę, gamtinę ar fizinę (užstatymo ir infrastruktūros). Vykdam atanką, išrinkti 22 ekonominiai, 48 socialiniai, 58 užstatymo (urbanistiniai) ir infrastruktūros, 24 gamtiniai pirminiai rodikliai (pirminių rodiklių poaibis – I, 3.2 paveikslai.). Daugelis jų mokslinėje literatūroje buvo minimi dažniau nei vieną kartą. Pasikartojantys rodikliai eliminuoti paliekant po vieną grupėje. Po pirmojo rodiklių atrankos etapo jų liko 48 (antriniai rodikliai – II).

Sprendžiant ekonomines, socialines ir technines problemas arba prognozuojant tam tikro proceso plėtrą, mokslinių tyrimų praktikoje dažnai remiamasi ekspertų vertinimų metodu. Mokslininkai pabrėžia, kad ekspertų nuomonės ir požiūris į sprendžiamą problemą dažnai skiriasi, gali būti prieštaringas (Podvezko 2005), tačiau šis metodas leidžia apibendrintą ekspertų grupės nuomonę priimti kaip galimą problemos sprendimą. Norint jį pagrįsti remiantis ekspertų vertinimu, būtina įvertinti ekspertų nuomonių suderinamumą. Jį galima patikrinti taikant DSPM (Завадская 1987).

Ekspertinio vertinimo esmė tokia: remiantis sugrupuotais 48 atrinktais bendraisiais AT rodikliais (antriniai rodikliai II) po 12 ($j = 1, 2, \dots, m$, čia $m = 12$) kiekvienoje grupėje (4 grupės) ir ekspertavimo anketomis, nustatyti

15 reikšmingiausių AT ankstyvųjų rodiklių (3.2 pav.). Antriniai AT ankstyvieji rodikliai kiekvienoje grupėje pateikti B priedo B.1 lentelėje.

Anketos paskyrimą konkrečiam ekspertui (G_1, G_2, G_n) lėmė užsibrėžtos sąlygos: apklausoje turėtų dalyvauti ekspertai, turintys aukštąjį išsilavinimą, dirbantys ir turintys ne mažiau kaip penkerių darbo metų praktikos teritorijų planavimo, socialinėje, ekonominėje, aplinkosaugos bei projektavimo srityse. Anketos pateiktos savivaldybių teritorijų planuotojams, taip pat savivaldybių investicijų, socialinės paramos skyriaus darbuotojams, praktikams, rengusiems teritorijų planavimo dokumentus (architektūrinės, socialinės, ekonominės, gamtinės, inžinerinės ir susisiekimo infrastruktūros dalies rengėjai), ne pelno siekiančių organizacijų atstovams, sprendžiantiems bendrąsias savivaldybių problemas, projektuotojams, inžinieriams. Taip pat aplinkosaugos srityje dirbantiems patyrusiems ir atitinkamus atestatus turintiems specialistams, kurie galėtų parengti reikiamus dokumentus planuojamai ūkinei veiklai. Kiekvienos grupės ankstyviesiems rodikliams įvertinti anketas užpildė 10 ekspertų ($i = 1, 2, \dots, n$, čia $n = 10$) pagal atitinkamą darbo sritį.

3.2.1. Ekspertinio vertinimo tvarka

Ekspertinis vertinimas atliktas norint atrinkti svarbiausius AT vertinimo rodiklius (III) iš antrinių rodiklių (II) poaibio. Vadovaujantis darbo patirtimi, pasirinktų ekspertų buvo prašoma įvertinti tyrėjų parengtoje anketoje pagal grupes suskirstytus rodiklius ($[C_1, C_2, \dots, C_m]$) ir atsakyti į užduotą klausimą – kurių rodiklių stebėjimas ir ilgalaikiai pokyčiai yra svarbiausi, kad būtų galima įspėti apie tikimybę šiai teritorijai tapti apleista arba nenaudojama? Kiekvienos grupės (ekonominės, socialinės, užstatymo ir infrastruktūros bei gamtinės) rodikliai vertinami balais (B_1, B_2, \dots, B_m) pagal 10 balų sistemą. Didžiausias balų skaičius (10) suteikiamas svarbiausiam (prognozės aspektu) grupės rodikliui, įspėjančiam, kad teritorija ateityje gali tapti apleista, mažiausias balų skaičius (0) – mažiausiai svarbiam grupės rodikliui. Šis ekspertų vertinimas rodo ekspertų teikiamą pirmenybę atskirų grupių rodikliams, o remiantis suteiktais balais, nustatyti jų svoriai. Tokiu būdu išskirta 15 pačių svarbiausių AT ankstyvųjų rodiklių.

Iš ekspertų užpildytų ir tyrėjams grąžintų anketų kiekvieno eksperto grupės rodikliams suteikti svarbos įverčiai B surašyti į lenteles. Ekonominės grupės rodiklių atvejo pavyzdys pateiktas B priedo B.2 lentelėje.

Ekspertai įvertino $C_{S,U,N}$ grupių AT rodiklius laikydamiesi tokios pačios duomenų pateikimo tvarkos.

Suvedus ekspertų apklausos duomenis, atliekami skaičiavimai pagrįsti jų nuomonės suderinamumą. Jei ekspertų yra daugiau nei du, grupės ekspertų suderinamumo lygį rodo konkordancijos koeficientas (Kendel 1975; Čekanavičius, Murauskas 2004). Apskaičiuota visų rodiklių rangų standartinių deviacijų kvadratai

suma parodo, ar ekspertų vertinimai labai skiriasi nuo bendrojo vidutinio vertinimo. Todėl ekspertizės patikimumas gali būti išreiškiamas ekspertų nuomonių konkordancijos koeficientu, kuris rodo individualių nuomonių panašumo laipsnį. Konkordancijos koeficiento W reikšmės svyruoja intervalu nuo 0 iki 1 (sutapus visiems rangams konkordancijos koeficientas lygus 1). Kuo didesnis konkordancijos koeficientas, tuo stipresnė kintamųjų koreliacija.

Konkordancijos koeficientui apskaičiuoti rodikliai ranguojami pagal ekspertų vertinimą (Podvezko 2005). Tai atliekama tokiu būdu: pačiam svarbiausiam rodikliui suteikiamas vieneto rangas, antrajam pagal svarbą – vienetu didesnis rangas ir t. t., kol paskutiniam pagal svarbą rangui suteikiamas skaičius m , t. y. skaičius, lygus rodiklių skaičiui grupėje. Jei kelių rodiklių svarba, eksperto nuomone, yra vienoda, tuomet abiem rodikliams suteikiamas vienodas rangas (Кремеп 2003). Ekspertų suteikti įverčiai (B_{ij}) paverčiami rangais (Rn_{ij}) (3.2 lentelė.). Rangavimas rodo hierarchiją, o kiekvienas rangas rodo svarbos įverčių lygmenį hierarchinėje sistemoje. Keičiant balus rangais, taikyta (3.1) formulė:

$$R_{ij} = (m+1) - B_{ij}, \quad (3.1)$$

čia B_{ij} – i -tojo eksperto ($i = 1, 2, \dots, n$) j -ajam rodikliui suteiktas svarbos įvertis (balas) ($j = 1, 2, \dots, m$); n – ekspertų skaičius; m – rodiklių skaičius.

Ekspertų nuomonių rangai ekonominėje rodiklių grupėje pateikti 3.1 lentelėje.

Ekspertų nuomonių suderinamumas nustatomas skaičiuojant konkordancijos koeficientą W . Konkordancijos koeficientas susijęs su kiekvieno rodiklio rangų suma visų ekspertų atžvilgiu (Kendall 1975). Vidutinis kiekvieno rodiklio rangas apskaičiuojamas pagal (3.2) formulę:

$$\overline{R_j} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}, \quad (3.2)$$

čia R_j – i -tojo eksperto j -ajam rodikliui suteiktas rangas; n – ekspertų skaičius.

Kiekvieno rodiklio rangų suma R_j visų ekspertų atžvilgiu apskaičiuojama pagal (3.3) formulę.

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (3.3)$$

Dydžių R_j standartinės deviacijos nuo kvadratų sumos S dar tiksliau apibrėžia sąsają su konkordancijos koeficientu. Šis dydis apskaičiuojamas pagal (3.4) formulę.

$$S = \sum_{j=1}^m (R_j - \overline{R})^2. \quad (3.4)$$

Bendrasis vidurkis \bar{R} apskaičiuojamas pagal (3.5) formulę.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}}{m} . \quad (3.5)$$

Pateiktos formulės (3.1)–(3.5) naudojamos apskaičiuojant ekspertinio vertinimo parametrus 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Ekspertų nuomonių rangai ekonominėje rodiklių grupėje (C_E) ir jų naudojimas antrinių rodiklių poaibiui skaičiuoti

Table 3.1. Expert position rankings in the group of economic criteria (C_E) and their use for calculating a subset of secondary criteria

Eksperto kodas $i = 1, \dots, n$	Kriterijaus žymuo ir jo rangas, $j = 1, 2, \dots, m$											
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
G_1	10	4	11	12	9	8	4	3	6	8	7	5
G_2	10	9	8	10	9	8	8	9	9	7	8	6
G_3	5	8	11	12	9	10	9	3	4	7	8	5
G_4	10	8	10	12	12	11	9	5	3	5	8	11
G_5	8	8	6	12	12	12	10	5	12	5	10	7
G_6	11	4	8	10	12	9	7	4	13	10	13	3
G_7	5	6	5	6	6	5	5	4	5	5	7	6
G_8	8	5	9	8	6	7	3	3	13	8	8	4
G_9	4	5	8	6	3	6	3	4	7	7	9	5
G_{10}	6	4	4	6	5	5	4	4	5	6	7	4
$\sum_{i=1}^n R_{ij}$	77	61	80	94	83	81	62	44	77	68	85	56
\bar{R}_j	7,7	6,1	8	9,4	8,3	8,1	6,2	4,4	7,7	6,8	8,5	5,6
$\sum_{i=1}^n R_{ij} - \bar{R}$	12	-4	15	29	18	16	-3	-21	12	3	20	-9
$\left[\sum_{i=1}^n R_{ij} - \bar{R} \right]^2$	144	16	225	841	324	256	9	441	144	9	400	81

Konkordancijos koeficientas W apskaičiuojamas pagal (3.6) formulę (Завадскас 1987):

$$W = \frac{12 \times S}{n^2 \times (m^2 - m)} . \quad (3.6)$$

Jei rodiklių skaičius $m > 7$ (tyrimo atveju – $12 > 7$), tai konkordancijos koeficiento W reikšmingumas gali būti nustatytas taikant Pirsono rodiklių χ^2 (Kendall 1975, 3.7 formulė):

$$\chi^2 = n \times (m-1) \times W = \frac{12 \times S}{n \times m \times (m+1)} \quad (3.7)$$

Atsitiktinis dydis yra pasiskirstęs pagal χ^2 skirstinį esant $\nu = m - 1$ laisvės laipsniui. Reikšmingumo lygmuo α imamas 0,05 (dažniausiai praktikoje taikoma α reikšmė) ir pagal χ^2 skirstinio lentelę nustatoma kritinė reikšmė $\chi_{kr}^2 = \chi_{\nu, \alpha}^2$.

(3.4), (3.6) ir (3.7) formulėse pateiktų parametrų reikšmės taip pat galima apskaičiuoti taikant neparametrinę statistinę analizę (3.14, 3.16–3.18 formules). Jei, atlikus skaičiavimus, gaunama nelygybė $\chi^2 > \chi_{kr}^2$, tai rodo, kad ekspertų vertinimai suderinti. Šių skaičiavimų rezultatai pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. C_E , C_S , C_U ir C_N grupių rodiklių ekspertų vertinimo suderinamumo skaičiavimų rezultatai

Table 3.2. The calculation results of the compatibility of expert evaluation in the groups of criteria C_E , C_S , C_U and C_N

Parametras	Rodiklių grupės			
	C_E	C_S	C_U	C_N
S	2890	2851	3808	2558
W	0,202098	0,199371	0,266294	0,178881
χ^2	22,23077	21,93077	29,29231	19,67692
χ_{kr}^2	19,6751			
Vertinimas	Ekspertų rodiklių vertinimo suderinamumo sąlygos $\chi^2 > \chi_{kr}^2$ tenkinimo įvertinimas			
Rezultatai	Taip	Taip	Taip	Taip

Skaičiavimų rezultatai leidžia teigti, kad ekspertų C_E , C_S , C_U ir C_N grupių rodiklių vertinimai suderinti.

Praktikoje atliekant kai kuriuos skaičiavimus, patogiau taikyti reikšmingumo rodiklius, kurių geriausia vertė yra didžiausia skaitinė išraiška (Завадская 1987; Ginevičius *et al.* 2013; Gudienė *et al.* 2014). Rodiklių svarbumo reikšmės nustatomos apskaičiuojant dydį \bar{q}_j pagal (3.8) formulę.

$$\bar{q}_j = \frac{\bar{R}_j}{\sum_{i=1}^m \bar{R}_j}. \quad (3.8)$$

Normalizavus rangus, svarbiausias rodiklis yra tas, kurio apskaičiuotoji vertė yra mažiausia. Galutinės vertės nustatomos kiekvienam rodikliui apskaičiavus atvirkštinį \bar{q}_j dydį, o paskui kiekvieno iš jų reikšmingumo rodiklį Q_j . Apskaičiuotų rodiklių reikšmingumo rodiklių suma lygi 1.

Atvirkštinis dydis d_j skaičiuojamas taikant (3.9) formulę, o kiekvieno rodiklio reikšmingumo rodiklis Q_j – taikant (3.10) formulę (Sivilevičius 2012). Reikšmingumo rodiklis Q_j leidžia įrodyti rodiklių svarbą juos lyginant ir nustatyti, kiek kartų vienas rodiklis yra svarbesnis už kitą. Pasirinktas būdas įgalina atrinkti pačius svarbiausius rodiklius kiekvienoje grupėje ir sudaryti 15 svarbiausių rodiklių sąrašą.

$$d_j = 1 - \bar{q}_j, \quad (3.9)$$

$$Q_j = \frac{(m+1) - \bar{R}_j}{\sum_{i=1}^m \bar{R}_j}, \quad (3.10)$$

čia m – AT atsiradimo savybės rodančių rodiklių skaičius; \bar{R}_j – j -ojo rodiklio vidutinis rangas, apskaičiuotas pagal (3.2) formulę.

Aptartų AT vertinimo rodiklių grupių $C_{S,E,N,U}$ svarbumo hierarchijos nustatymo reikšmės pateiktos B priede.

3.2.2. Svarbiausių apleistų teritorijų ankstyvųjų ir alternatyviųjų rodiklių atranka

Remiantis pateiktų skaičiavimų rezultatais, atrinkti 15 pačių svarbiausių AT ankstyvųjų vertinimo rodiklių (3.3 lentelė) visose $C_{E,S,U,N}$ rodiklių grupėse.

Atsižvelgus į sudarytą geoerdvinių duomenų bazę, rodikliai C_i , esantys 3.3 lentelėje, pakeisti alternatyviaisiais 18 faktinių rodiklių ($\{E_1, \dots, E_4\} \in C_E$; $\{U_1, \dots, U_5\} \in C_U$; $\{S_1, \dots, S_5\} \in C_S$; $\{N_1, \dots, N_4\} \in C_N$).

Teoriniame skaičiavimo modelyje nustatyti rodikliai sutampa su tyrimo metu prieinamais duomenimis tik idealiu atveju. Alternatyviųjų rodiklių įvedimas į skaičiavimus sudaro tinkamas sąlygas pritaikyti teorinį skaičiavimo modelį praktikoje panaudojant turimus duomenis, padaro modelį lankstesnį ir labiau išreiškiantį tiriamąsias miesto savybes.

3.3 lentelė. Apskaičiuoti svarbiausių ankstyvų apleistų teritorijų rodiklių svoriai grupėse C_i
Table 3.3. The calculated weights of the most significant (final) criteria for the initial brownfields in groups C_i

Rodiklių grupės	
C_E	C_S
Santykis tarp turto kainos savivaldybėje ir gretimose savivaldybėse ($Q_j = 0,079$)	Ilgalaikis nedarbo lygis ($Q_j = 0,098$)
NT vertė ($Q_j = 0,085$)	Žmonių, gyvenančių žemiau skurdo ribos, procentas ($Q_j = 0,099$)
Investicijos (privatus ir viešasis sektorius) ($Q_j = 0,099$)	Faktinės vidutinės gyventojų pajamos ($Q_j = 0,093$)
Erdvinis neatitikimas tarp darbuotojų ir darbo vietų ($Q_j = 0,078$)	Nusikalstamumo lygis ($Q_j = 0,093$)
Rodiklių grupės	
C_U	C_N
Laisvųjų sklypų plotas ($Q_j = 0,082$)	Dirvožemio (grunto) užterštumo lygis ($Q_j = 0,112$)
Naujų statybos leidimų skaičius ($Q_j = 0,072$)	Išmetamosios medžiagos iš vietinių taršos šaltinių ($Q_j = 0,115$)
Infrastruktūros elementų įrengimo amžius ($Q_j = 0,074$)	Žaliųjų plotų skaičius, tenkantis 1-am gyventojui ($Q_j = 0,126$)
	Transporto priemonių išmetamųjų teršalų lygis ($Q_j = 0,105$)

Ekonominių rodiklių grupėje C_E atrinkti svarbiausieji AT ankstyvieji vertinimo rodikliai:

- E_1 – skirtos investicijos į aplinką. Jos parodo, kiek santykinai lėšų nuo 2014 m. investuota į nagrinėjamą seniūniją kitų atžvilgiu. Įvertinus šį rodiklį, galima aiškiau apibrėžti nagrinėjamos seniūnijos D_i perspektyvas keistis ir prisitaikyti prie gyventojų poreikių.
- E_2 – statybos kaina. Ji parodo vidutinę per pastaruosius dvejus metus vykdytų NT projektų statybos kainą. Šis dydis atspindi bendrąsias statybų apimtis kiekvienoje seniūnijoje D_i .
- E_3 – patvirtintos ES programos. Kriterijus reprezentuoja gautų ir panaudotų investicijų apimtis pagal ES ir kitų finansinių fondų asignavimų programas. Šis dydis gali ryškiai skirtis kiekvienoje seniūnijoje priklausomai nuo ekologinės, socialinės aplinkos ir savivaldybės nustatytų potencialios plėtros zonų ribų.
- E_4 – darbo vietos (perteklius / stygius). Nagrinėti miesto BP sprendiniai, apibrėžiantys darbo vietų koncentracijų zonas ir kiekius. Šie duomenys palyginami su Statistikos departamento duomenimis, įvertinant darbingų

gyventojų skaičių seniūnijoje. Gautas dydis parodo darbo vietų trūkumą arba perteklių.

Urbanistinių ir infrastruktūros rodiklių grupėje C_U atrinkti svarbiausieji AT ankstyvieji vertinimo rodikliai:

- U_1 – nenaudojamos žemės plotai. Įvertinama bet kokios funkcinės paskirties žemė, kurioje nėra vykdoma jokia ūkinė veikla, kuri yra pažeista ar nenaudojama miesto ir miesto gyventojų reikmėms patenkinti.
- U_2 – gyvenamųjų objektų skaičius. Jis leidžia įvertinti gyventojų skaičių konkrečioje teritorijoje, užstatymo tankumą ir poreikį planuoti būstus gyventojų reikmėms tenkinti.
- U_3 – pastatų amžius. Išryškina vidutinį seniūnijos gyvenamojo fondo amžių. Šis įvertis leidžia atskirti dvi pagrindines gyvenamųjų namų grupes: senos statybos ir naujos, taip pat leidžia susidaryti nuomonę apie seniūnijoje esančių pastatų būklę ir socialinį gyventojų sluoksnį.
- U_4 – urbanistinės plėtros objektų skaičius. Jis rodo naujų NT objektų statybos skaičių seniūnijoje. Kuo šio rodiklio reikšmė didesnė, tuo didesnės privataus ir valstybinio kapitalo investicijos seniūnijoje.
- U_5 – atstumas iki miesto centro. Parodo faktinį atstumą nuo nagrinėjamos seniūnijos iki geometrinio miesto centro (centrinio pašto).

Socialinių rodiklių grupėje C_S atrinkti svarbiausieji AT ankstyvieji vertinimo rodikliai:

- S_1 – nedarbo lygis. Jis reprezentuoja santykinį seniūnijos gyventojų pragyvenimo lygį, vidutinį gyventojų amžių ir socialinės gerovės laipsnį, lyginant su kitomis seniūnijomis.
- S_2 – skurstantys gyventojai. Šis rodiklis nusako turtinę seniūnijos gyventojų padėtį, pragyvenimo lygį ir gyvenimo kokybės skirtumus atskirose seniūnijose.
- S_3 – vidutinės namų ūkio pajamos. Parodo darbingos gyventojų dalies ekonominę pajėgumą. Šio rodiklio reikšmė taip pat išryškina darbo vietų sklaidą nagrinėjamoje ir aplinkinėse seniūnijose.
- S_4 – nusikalstamumas. Jis atskleidžia viešojo saugumo lygį seniūnijoje. Kuo didesnė šio rodiklio svorio reikšmė, tuo nepatrauklesnė socialinė aplinka vyrauja seniūnijoje.
- S_5 – švietimo ir ikimokyklinio ugdymo įstaigų skaičius. Šis rodiklis apibrėžia seniūnijos švietimo sistemos būklę, prieinamumą gyventojams.

Gamtinių rodiklių grupės C_N atrinkti svarbiausieji AT ankstyvieji vertinimo rodikliai:

- N_1 – grunto užterštumas. Tai rodiklis, apibrėžiantis žemės, kurioje gali būti AT, užterštumą, nuodingųjų medžiagų kiekį ir kt.
- N_2 – kietųjų dalelių koncentracija. Tai vidutinė kietųjų dalelių koncentracija ore nagrinėjamoje seniūnijoje. Šis veiksnys sukelia

gyventojų sveikatos problemas, lemia blogesnę gyvenimo kokybę ir neplaningai išvystytą susisiekimo ar kitą inžinerinę infrastruktūrą.

- N_3 – žaliųjų plotų kiekis. Šiuo rodikliu išreiškiamas visų tipų žaliųjų plotų kiekis, tenkantis vienam seniūnijos gyventojui. Kuo šis dydis geresnis, tuo mažesnė oro tarša, patrauklesnė aplinka ir vyrauja geresnis mikroklimatas. Tokie plotai vertinami kaip privalumas vystant NT projektus.
- N_4 – transporto tarša. Tiesioginės transporto priemonių taršos masto rodiklis. Kuo didesnė šio rodiklio reikšmė, tuo esami transporto šrautai prasčiau suplanuoti seniūnijos susisiekimo sistemoje.

Nustatyta, kad parengtas AT vertinimo rodiklių modelis atitinka ne tik Lietuvos, bet ir kitų anksčiau Sovietų Sąjungos okupuotų šalių (pvz., Čekijos Respublika, Slovakija, Rumunija ir kt.) socialinį, ekonominį, istorinį, kultūrinį ir urbanistinį klimatą, kurį savo darbuose nagrinėjo skirtingo laikotarpio mokslininkai (Dotzour 2002; Strengė, Chamberlain 1995; USEPA 1991; Rügner *et al.* 2006).

3.2.3. Ekspertinio vertinimo išvados

- Remiantis mokslinės literatūros analize atrinktų 48 AT ankstyvųjų rodiklių svarbą vertino po 10 kompetentingų ekonomikos, urbanistikos, statybos ir planavimo sričių ekspertai. Vertinimas vyko pagal 10 balų sistemą.
- Pagal skaičiavimus patikrinus ekspertų rodiklių vertinimo suderinamumą, galima teigti, kad vertinimai yra suderinti. Pratęsus skaičiavimus, nustatyti svarbumo rodikliai kiekvienam iš atskiros miesto aplinkos rodiklių. Tai leido nustatyti rodiklių hierarchiją grupėse.
- Žinant rodiklių hierarchiją ekonominės, socialinės, fizinės ir gamtinės miesto aplinkos grupėse, atrinkti 15 pačių svarbiausių AT ankstyvųjų rodiklių. Ekonominėje aplinkoje nustatyti šie svarbiausi: investicijos, žemės kaina, santykis tarp turto kainos teritoriniame administraciniame vienetė ir gretimuose administraciniuose teritoriniuose vienetuose, NT vertė, erdvinis neatitikimas tarp darbuotojų ir darbo vietų. Svarbiausi socialinėje miesto aplinkoje yra šie: žmonių, gyvenančių žemiau skurdo ribos, procentas, ilgalaikis nedarbo lygis, namų, kuriuose gyvenama nuolat, ir parduodamų namų procentinis santykis, chuliganiški nusikaltimai, užfiksuoti tam tikru periodu, taip pat, lyginant su regiono statistika, faktinės vidutinės gyventojų pajamos. Užstatymo ir infrastruktūros aplinkoje nustatyti šie svarbiausi rodikliai: laisvų sklypų plotas, naujų statybos leidimų skaičius, pastatų pastatymo amžius, gyvenamieji objektai, kelių / tiltų sistemos žemiau standartinės būklės procentas. Svarbiausi gamtinėje aplinkoje esantys rodikliai: pavojingos atliekos / kitoks užterštumas, išmetamosios medžiagos iš vietinių

pramonės įmonių / gyvenamųjų namų, vandens užterštumo lygis, žaliųjų plotų sklype procentas ir jų kokybė, transporto priemonių išmetamųjų teršalų lygis.

- Atliekant toliau pateiktus skaičiavimus, teorinis AT vertinimo rodiklių masyvas pakeistas alternatyviais rodikliais, kuriuos apibūdina surinkti ir skaitmenizuoti duomenys.
- Sudarytą rodiklių sistemą galima taikyti praktikoje kaip pagrindą vykdyti rodiklių duomenų monitoringą pagal jų kitimą.
- Taikant teritorijų valdymo metodus, AT problema galėtų būti išsprendžiama iš anksto nustatant ir numatant teritorijos potencialą tapti apleista pačiame anksčiausiame teritorijos gyvavimo ciklo etape.

3.3. Erdvinė koreliacinė analizė, padedanti nustatyti priežastinį ryšį tarp apleistų teritorijų vertinimo rodiklių ir jų apimties seniūnijose

Norint apskaičiuoti koreliacinio ryšio tarp AT vertinimo rodiklių ir AT užimamo ploto kiekvienoje seniūnijoje (toliau – AT imtis), nepakanka suformuotos hierarchinės AT ankstyvųjų rodiklių sistemos. Tam tikslui reikia anksčiau gautus rodiklių svorius panaudoti pagal autoriaus sukurtą algoritmą.

Metodo taikymo tikslas – nustatyti, kokie rodikliai tiesiogiai (teigiamai arba neigiamai) koreliuoja su AT plotu, tenkančiu vienam seniūnijos gyventojui.

3.3.1. Erdvinės koreliacinės analizės modelis

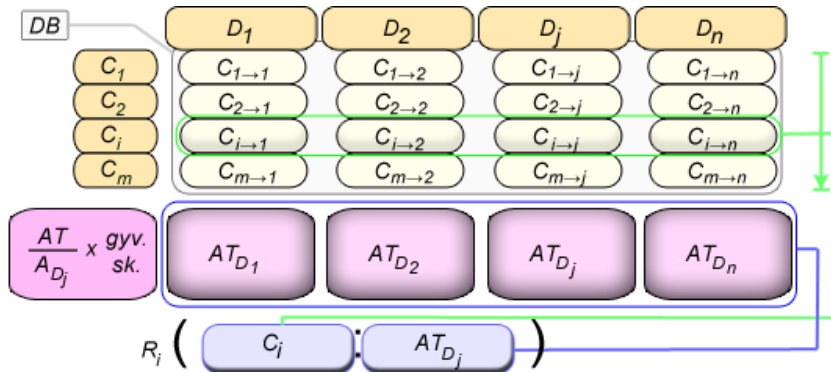
Darbe taikyta koreliacinė analizė rodo vyraujančio ryšio stiprumą tarp atrinktų AT ankstyvųjų vertinimo rodiklių reikšmių ir AT plotų kiekvienoje Vilniaus miesto seniūnijoje D_i .

Koreliacijos koeficientas R skaičiuotas tarp i -tojo rodiklio reikšmių ir AT seniūnijoje D_i plotų sumų (ha) eilučių (3.11 formulė). Teorinė koreliacinės analizės taikymo schema pavaizduota 3.3 paveiksle.

Apskaičiavus kiekvieno nagrinėjamo rodiklio C_i dydžius R_i , gautas koreliacijos koeficientų reikšmių masyvas R . Ši imtis rodo, kad vienas rodiklis stipriau susijęs su AT apimtimis visoje Vilniaus miesto teritorijoje negu kitas. Taikant šį modelį rodiklio C_i skaliarinės reikšmės gali būti absoliučiosios (nenormalizuotos), nes analizuojamas dviejų reikšmių masyvų absoliutusias koreliacinis tarpusavio ryšys. Toks skaičiavimo modelis leidžia nesunkiai įvertinti miesto aplinkos rodiklio ryšį su apleistų teritorijų kiekybiniais ir kokybiniais parametrais.

Kuo didesnis koreliacinis ryšys R_i , tuo didesnę įtaką rodiklio fizinės išraiškos pokyčiai miesto kontekste darys AT regeneraciniams procesams, socialinei,

ekonominėi ir ekologinei aplinkai. Apskaičiuoti rodiklių koreliacijų koeficientai gali būti vertinami kaip objektyvaus vertinimo būdu nustatyti svoriai.



čia n – seniūnijų skaičius (mūsų atveju – 20); m – rodiklių skaičius

3.3 pav. Koreliacinės analizės taikymo tyrime principinė schema (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.3. A principal scheme for correlation analysis applied for research purposes (created by author)

Apskaičiavus svorius toliau galima suformuoti prioritetinių rodiklių eilę pagal jų apskaičiuotą R_i dydį. Siekiant apsaugoti ekologinę miesto aplinką, formuoti kompaktišką ir patrauklų miestą investicijoms pritraukti, didžiausias absoliučiąsias reikšmes R_i įgijusius rodiklius autorius rekomenduoja įtraukti į bendrųjų ir specialiųjų miesto planų bei kitų planavimo dokumentų rengimo procesus. Šie rodikliai kaip rekomendaciniai sprendiniai padėtų formuoti ilgalaikę miesto sutvarkymo strategiją, atliekant ateities miesto vystymosi prognozes.

(3.11)

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X}) \times (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2 \times \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}},$$

čia R – imties koreliacijos koeficientas; X – nepriklausomojo kintamojo (nagrinėjamo rodiklio) reikšmė; Y – priklausomojo (AT imtis) kintamojo reikšmė. R aibės dydžiai sudaro bendrąjį koreliacijos koeficientų reikšmių masę I ($R = [R_1, R_2, R_i, \dots, R_n]$).

Ištrauka iš naudojamos rodiklių duomenų bazės pateikta 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Ištrauka iš naudojamos rodiklių duomenų bazės (sudaryta autoriaus)

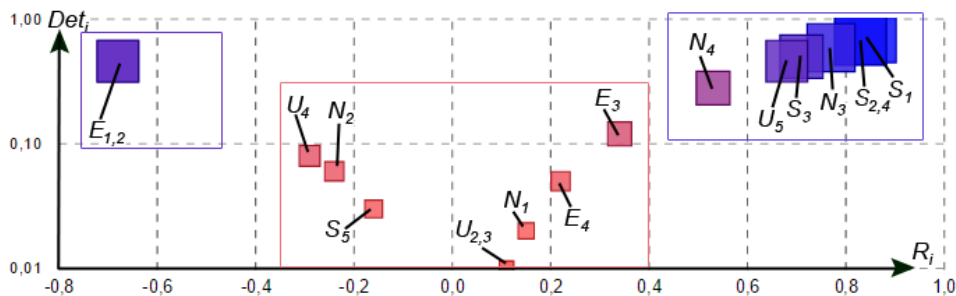
Table 3.4. The extract of the used criteria database (created by author)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	...	D_{20}
U_3	45	33	31	44	34	67	53	50	49	38	...	65
U_4	0,84	0,14	0,11	0,18	0,16	0,98	0,34	0,13	0,10	0,35	...	0,89
U_2	7,98	0,69	0,49	0,46	1,15	0,60	7,02	12,87	30,66	0,69	...	4,02
U_5	8,01	5,22	5,46	4,24	5,66	1,27	5,27	5,57	11,37	6,12	...	2,37
N_2	22,27	18,73	15,50	18,93	26,53	54,70	23,43	12,40	28,80	30,67	...	31,00
N_1	10,20	3,60	2,00	2,30	2,40	17,90	7,40	10,30	7,20	2,20	...	3,10

Socialinių ir urbanistinių rodiklių skaitinės reikšmės, išskyrus U_3 ir U_5 , yra normalizuotos pagal kiekvienos seniūnijos D_i gyventojų skaičių.

3.3.2. Erdvinės koreliacinės analizės rezultatai

R masyvo koreliacijos koeficientų reikšmės R_i gali svyruoti nuo -1 iki $+1$. Kuo artimesnė 1 šio koeficiento reikšmė, tuo stipresnė priklausomybė. Determinacijos koeficientų masyvo Det elementai Det_i (R_i dydžio kvadratas) rodo kiekvieno rodiklio stiprumo lygį (Čekanavičius, Murauskas 2009). Kuo didesnė šio dydžio gautoji reikšmė, tuo stipresnis, nepaisant R dydžio ženklo, ryšys su AT plotais (3.4 pav.).



3.4 pav. Apskaičiuotos koreliacijų koeficientų reikšmės (R masyvas) ir determinacijos koeficientų (Det masyvas) reikšmės (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.4. The calculated values of correlation (R array) and determination (Det array) coefficients (created by author)

Tai sąlyginis dydis, padedantis analizuoti atskirų rodiklių reikšmes tarpusavyje. Skaičiavimai parodė, kad 13 iš 18 rodiklių būdinga teigiama priklausomybė tarp AT paplitimo.

Didžiausia teigiamoji priklausomybė tarp AT paplitimo ir atskirų rodiklių apskaičiuota nagrinėjant nedarbo lygį ($R_i|S_1 = 0,85$), skurde gyvenančių gyventojų skaičių ($R_i|S_2 = 0,83$) ir nusikalstamumo apimtis ($R_i|S_4 = 0,83$) atskirose seniūnijose. Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad AT tam tikrais laiko tarpais vyrauja marginalinės bendruomenės atstovai, kurie priklauso žemesniam ir linkusiam nusikalsti socialiniam sluoksniui.

Tarp rodiklių, kuriems būdinga stipriausia teigiama priklausomybė, nustatytas urbanistinių rodiklių grupei C_U priskiriamas dydis – nenaudojamos žemės plotai ($R_i|U_1 = 0,83$).

Tai rodo, kad nepanaudoti miesto teritorijoje esantys žemės plotai gali būti vertinami kaip AT sklaidos katalizatoriai, t. y. nepanaudotos erdvės tam tikru spinduliu aplink formuoja nepatrauklią aplinką naujoms investicijoms į NT. Tai lėtina naujų žemės paskirčių diegimą ir naujos NT statybos projektų įgyvendinimą.

Ekonominių rodiklių grupei C_E priskiriami dydžiai, kuriems būdinga stipriausia neigiamoji priklausomybė. Joms skirtos investicijos į aplinką ($R_i|E_1 = -0,68$) ir statybos kaina ($R_i|E_2 = -0,68$). Ši atvirkštinė priklausomybė patvirtina faktą, kad tikslingai nukreiptų investicijų (ES, privačios, valstybės ar kitos lėšos) poveikis aplinkai yra esminis. Prie šio reiškinio ypač prisideda PPP.

Kiekvienai grupei priskiriamų rodiklių prioritetinės eilutės pagal nustatytą $R_i [C_E, C_U, C_S, C_N]$ koeficiento rangą pateiktos 3.5 lentelėje.

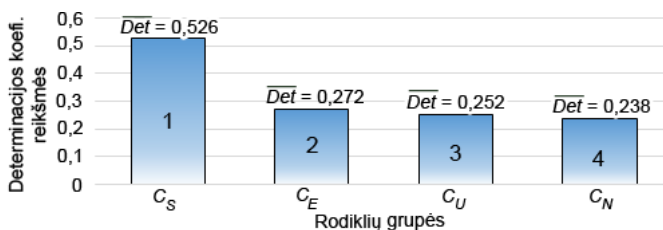
3.5 lentelė. Nustatyti rodiklių rangai pagal apskaičiuotą koeficientą R_i

Table 3.5. The determined ranks of criteria according to calculated coefficient R_i

Rodiklių grupės							
C_E		C_U		C_S		C_E	
R_n	Rodiklis	R_n	Rodiklis	R_n	Rodiklis	R_n	Rodiklis
1.	$E_1 (R = -0,68)$	1.	$U_1 (R = 0,83)$	1.	$S_1 (R = 0,85)$	1.	$N_3 (R = 0,77)$
2.	$E_2 (R = -0,68)$	2.	$U_5 (R = 0,68)$	2.	$S_2 (R = 0,83)$	2.	$N_4 (R = 0,53)$
3.	$E_3 (R = 0,34)$	3.	$U_4 (R = -0,29)$	3.	$S_4 (R = 0,83)$	3.	$N_2 (R = -0,24)$
4.	$E_4 (R = 0,22)$	4.	$U_2 (R = 0,11)$	4.	$S_3 (R = 0,71)$	4.	$N_1 (R = 0,15)$
		5.	$U_3 (R = 0,11)$	5.	$S_5 (R = -0,16)$		

Gauti rezultatai parodė, kad yra skaliariniais dydžiais apibūdinamas priežasčių ir pasekmių ryšys tarp miestuose esančių AT ir miesto fizinę, socialinę, ekonominę bei ekologinę aplinką apibūdinančių rodiklių kiekvienoje Vilniaus seniūnijoje D_i . Kiekvienai rodiklių grupei priskirtas rangas R_n pagal apskaičiuotą vidutinį determinacijos koeficientą Det_i kiekvienai rodiklių grupei C (3.5 pav.).

Iš 3.5 paveikslo matyti, kad labiausiai AT sklaidą seniūnijose D_i lemia socialiniai rodikliai ($Det_{vid,CS} = 0,526$). Ekonominių rodiklių grupėje stipriausiu priežastiniu ryšiu pasižymi rodikliai, apibrėžiantys investicijas į aplinką (E_1 , $R = -0,68$) ir statybų kainą seniūnijoje (E_2 , $R = -0,68$). Kitose rodiklių grupėse stipriausiu priežastiniu ryšiu pasižymi tos Vilniaus miesto seniūnijos D_i , kuriose vyrauja didžiausi nenaudojamos žemės plotai (U_1 , $R = 0,83$), didžiausias nedarbo lygis (pagal deklaruotą gyventojų gyvenamąją vietą, S_1 , $R = 0,85$) ir didžiausias žaliųjų plotų hektaras, tenkantis vienam seniūnijos D gyventojui (N_3 , $R = 0,77$).



3.5. pav. Atskirų rodiklių grupių apskaičiuotos vidutinės dydžio Det_i reikšmės (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.5. The calculated average values of Det_i values for each group of criteria (created by author)

3.5 lentelėje pateikti analizės rezultatai parodė, kad silpniausias priežastinis ryšys tarp AT kiekio seniūnijose D ir objektyviųjų vertinimo rodiklių vyrauja tose seniūnijose, kuriose dominuoja darbo vietų stygius / perteklius (E_4 , $R = 0,22$), seniausieji miesto pastatai (U_3 , $R = 0,11$), nepakankamas švietimo ir ikimokyklinio ugdymo įstaigų skaičius (S_5 , $R = -0,16$) ir didžiausias grunto užterštumas (N_1 , $R = 0,15$).

3.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų vertinimas

Šiame tyrime DSPM taikyti siekiant nustatyti tinkamiausią AT pertvarkymo scenarijų T_i pagal dominuojančios vietinės miesto aplinkos savybes, kurias apibūdina atrinkti rodikliai. Nustatytas santykinis rodiklių svoris kiekvienam AT pertvarkymo scenarijui T_i . Darbo rezultatai aprašyti tarptautiniame mokslo žurnale (Burinskienė *et al.* 2017).

Sudarius hierarchiškai apibrėžtą ir kiekybinius įverčius turinčią AT vertinimo rodiklių sistemą C bei siekiant nustatyti, kokios rodiklių grupės turi didžiausią įtaką priimti sprendimą dėl konkretaus AT paskirties keitimo scenarijaus T_i

įgyvendinimo, patogu nustatyti kiekvienos grupės rodiklių $C_{E,U,S,N}$ savuosius svorius, kai kiekvienos rodiklių grupės elementų yra ne daugiau kaip 5.

Atliekant AT rodiklių vertinimą, DSPM taikytas ekspertinio vertinimo būdas, kuriam 3.2.1 poskyryje aprašyti reikalavimai. Ekspertai buvo paprašyti užpildyti klausimų formas, kuriose jie turėjo nurodyti skirtingų rodiklių svorius procentine išraiška. Kiekvienos rodiklių grupės $C_{E,U,S,N}$ vertinimo suma lygi 100 %. Iš viso į tyrimą buvo įtraukta 12 ekspertų.

Ekspertų apklausai pasirinkta „nominalių grupių“ *Delphi* metodika (Green *et al.* 2007; Rowe *et al.* 1999). Tai sisteminis sociologinis metodas, kuris nuo 20 a. 7-ojo dešimtmečio pradėtas taikyti ekonominėje, sveikatos ir švietimo srityje. Nepaisant kai kurių trūkumų, lyginant metodą su kitais, pvz., UTA (Jacquet-Lagrange, Siskos 1982) ar Likerto skalės (Nishisato 2004), *Delphi* metodas gana plačiai taikomas įvairiose prognozavimo srityse ir struktūriniais tyrimams (Melander 2018; Kilgour *et al.* 2010; Vidal *et al.* 2011). Šiame tyrime šis metodas pasirinktas dėl nuoseklaus skaičiavimo ir gero pritaikymo praktikoje (Habibi *et al.* 2015; Hwang, Lin 1987).

3.4.1. Neparametrinė statistinė analizė

Norint įvertinti ekspertų suderinamumo lygį, pagal ekspertų suteiktus svorius rodikliams suteikti rangai ir taikyta Kendalo teorija (Kendall 1975). Skirtingas AT paskirties keitimo scenarijus T_i turi būti įgyvendinamas esant skirtingiems miesto plėtros prioritetams, ekonominei, socialinei ir kitokio pobūdžio vietinio lygmens miesto aplinkai. Esant šiai prielaidai, apskaičiuoti skirtingi rodiklių grupių $C_{E,U,S,N}$ ir skirtingų rodiklių C_i grupės viduje esantys svoriai kiekvienam AT paskirties keitimo atvejui T_i . Kriterijams suteikti rangai žymimi e_{ik} (3.12 formulė), čia $i = 1, 2, \dots, m$ yra rodiklio indeksas. Tyrimo atveju m lygus 4 arba 5; $k = 1, 2, \dots, k$ yra vertintojo (eksperto) indeksas; r – ekspertų skaičius, kuris tyrimo atveju yra 12. Konkordancijos koeficientas W , taip pat chi kvadrato suderinamumo koeficientas naudoti norint apskaičiuoti konkordancijos koeficientą, priklausančią nuo ekspertų suteiktų rangų e_{ik} standartinės deviacijos, pakeltos kvadratu.

$$e_i = \sum_{k=1}^r e_{ik}, \quad (3.12)$$

Jis išplaukia iš rangų sumų vidurkio:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^m e_i}{m}. \quad (3.13)$$

Taigi konkordancijos koeficientas W lygus sumos S (3.14 formulė) ir didžiausios šios sumos S (S_{\max}) (3.15 formulė) santykiui.

$$S = \sum_{i=1}^m (e_i - \bar{e})^2 ; \quad (3.14)$$

$$S_{\max} = \frac{r^2 \times m \times (m^2 - 1)}{12} . \quad (3.15)$$

Taigi, atsižvelgiant į (3.14) ir (3.15) formulėse pateiktas išraiškas, konkordancijos koeficientas W gali būti apskaičiuojamas pagal (3.16) formulę.

$$W = \frac{S}{S_{\max}} = \frac{12 \times S}{r^2 \times m \times (m^2 - 1)} . \quad (3.16)$$

Chi kvadrato suderinamumo kriterijus apskaičiuojamas pagal (3.17) formulę.

$$\chi^2 = W \times r \times (m - 1) = \frac{12 \times S}{r \times m \times (m + 1)} . \quad (3.17)$$

Laisvės laipsnių skaičius nustatomas taikant lygybę $\nu = m - 1$. Atliekant skaičiavimus, taikytas reikšmingumo lygis $\alpha = 0,05$. Tokiu būdu nustatyti vienodas reikšmes turintys rangai tarp visų šešių rodiklių svorių rinkinių kiekvienam AT paskirties keitimo scenarijui T_i . Nustatyti dvi tokias pačias reikšmes turintys rangai visuose rinkiniuose. Tais atvejais, kai rangai vienodi, W gali būti apskaičiuojamas pagal (3.18) formulę (Kendall 1990).

$$W = \frac{12 \times S}{r^2 \times m \times (m^2 - 1) - r \times \sum_{\varphi} (t_{\varphi}^3 - t_{\varphi})} , \quad (3.18)$$

čia φ – vienodų rangų skaičius; t_{φ} – vienodų rangų skaičių tarp φ aibės.

Suderinamumo kriterijaus, kurį išreiškia ekspertų k vertinimų konkordancijos koeficientas kiekvieno nagrinėjamo AT paskirties keitimo scenarijaus T_{1-6} atveju, vertinant visus AT vertinimo rodiklius C_i ir kiekvieną AT vertinimo rodiklių grupę $C_{E,U,S,N}$ atskirai, skaičiavimai pateikti C priede.

Igyvendinus pirmąjį *Delphi* etapą, gauti šešių rezultatų rinkiniai kiekvieno AT paskirties keitimo scenarijaus T_{1-6} atvejui, kuriuose nustatytos ekspertų nuomonės yra nesuderinamos. Mūsų atveju labiausiai besiskiriantys atvejai pateikti tiems patiems ekspertams. Nauji rezultatai su kita atsakymų dalimi perskačiuojami antrajame *Delphi* tyrimo (apklausos) etape. Tokiu būdu galima atlikti nesuderintos ekspertų nuomonės korektūras (C priedo C.5–C.6 lentelės).

Ivykdžius pirmojo *Delphi* metodo etapo koregavimo pirmą raundą (C priedo C.7 lentelė) ir tęsiant apklausą su atrinktais ekspertais, pirmojo etapo rezultatų nesuderintos nuomonės reikšmingoji tyrimo dalis tapo suderinama. Atsižvelgiant į koreguotus ekspertų vertinimus, perskačiuotos konkordancijos koeficiento W , chi

kvadrato suderinamumo kriterijaus reikšmės rodiklių grupėms $C_{E,U,S,N}$ ir kiekvienam nagrinėjamam AT paskirties keitimo scenarijui T_{1-6} (3.6 lentelė).

3.6 lentelė. Perskaičiuotos konkordancijos koeficiento W reikšmės ir testuojamo duomenų rinkinio kiekvienai rodiklių grupei reikšmės (po korekcijų)

Table 3.6. The adjusted values of Kendall's concordance coefficient W and the values of the tested dataset for each group of criteria (after corrections)

Rodiklių grupės	Statistiniai parametrai				
	W	χ^2	m	χ^2_{cr}	$\chi^2 - \chi^2_{cr}$
1	2	3	4	5	6
Scenarijus T_1					
C_E	0,821*	29,56*	4	7,81	21,75
C_U	0,361	17,33	5	9,49	7,84
C_S	0,314	15,08	5	9,49	5,59
C_E	0,337	12,13	4	7,81	4,32
Vidutinės reikšmės:	0,330	11,87	4	7,81	4,06
Scenarijus T_2					
C_E	0,767	27,60	4	7,81	19,79
C_U	0,301*	14,43*	5	9,49	4,94
C_S	0,326	15,67	5	9,49	6,18
C_E	0,274	9,87	4	7,81	2,06
Vidutinės reikšmės:	0,815	29,33	4	7,81	21,52
Scenarijus T_3					
C_E	0,633	22,80	4	7,81	14,99
C_U	0,443	21,25	5	9,49	11,76
C_S	0,417*	20,00*	5	9,49	10,51
C_E	0,715	25,73	4	7,81	17,92
Vidutinės reikšmės:	0,550*	19,79*	4	7,81	11,98
Scenarijus T_4					
C_E	0,744	26,80	4	7,81	18,99
C_U	0,663*	31,81*	5	9,49	22,32
C_S	0,328	15,75	5	9,49	6,26
C_E	0,604	21,73	4	7,81	13,92
Vidutinės reikšmės:	0,456	16,40	4	7,81	8,59
Scenarijus T_5					
C_E	0,685	24,67	4	7,81	16,86
C_U	0,263*	12,67*	5	9,49	3,18
C_S	0,344	16,50	5	9,49	7,01
C_E	0,337	12,13	4	7,81	4,32
Vidutinės reikšmės:	0,626	22,53	4	7,81	14,72

3.6 lentelės pabaiga

1	2	3	4	5	6
Scenarijus T_6					
C_E	0,315	11,33	4	7,81	3,52
C_U	0,587	28,17	5	9,49	18,68
C_S	0,198	9,50	5	9,49	0,01
C_E	0,332	11,97	4	7,81	4,16
Rodiklių grupė:	0,278	10,00	4	7,81	2,19

Atlikti neparametrinės analizės skaičiavimais pagerintos 5 ekspertinio vertinimo suderinamumo kriterijaus chi kvadrato reikšmės. Taikant šį metodą labiausiai pagerintos suderinamumo kriterijaus reikšmės urbanistiniams rodikliams C_U (reikšmės pasikeitė 3 AT paskirties keitimo scenarijų atvejais). Įrodžius, kad ekspertų nuomonės suderintis, galima apskaičiuoti rodiklių svorius.

Kiekvieno AT vertinimo rodiklio C_i svoriui nustatyti, žinant rodiklių grupės $C_{E,U,S,N}$ svorius ir kiekvieno rodiklio C_i grupės viduje svorius, pasiūlytas Podviezko (2015) metodas. Jis gali būti taikomas tais atvejais, kai naudojamos hierarchinės rodiklių struktūros. Skirtingų AT rodiklių grupių svoriai padauginti iš rodiklių C_i svorių rodiklių grupės viduje pagal (3.19) formulę:

$$\omega_i = \omega_{i_k} \times \omega_k, \quad (3.19)$$

čia k – rodiklių grupės indeksas; i_k – rodiklio indeksas C_k rodiklių grupėje.

Taikant (3.19) formulę toliau skaičiuojami AT svoriai skirtingais paskirties keitimo scenarijų T_i įgyvendinimo atvejais.

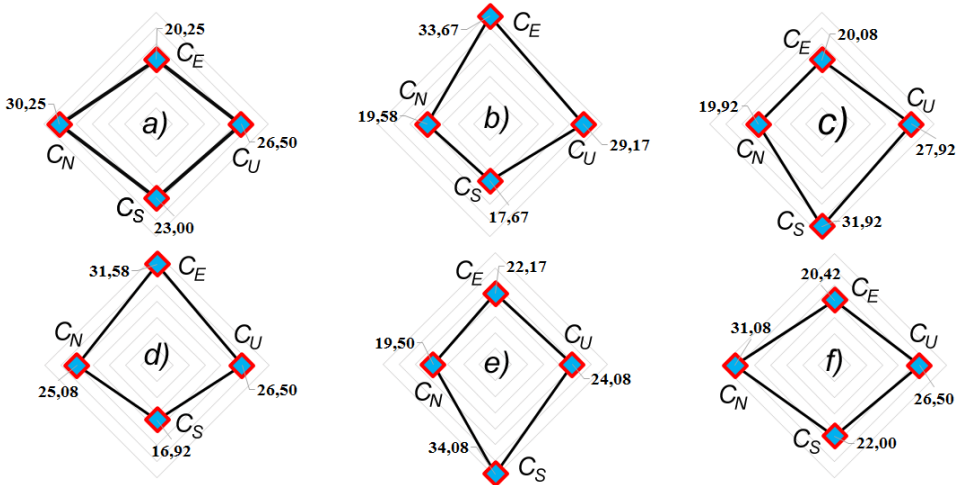
3.4.2. Svarbiausių rodiklių nustatymas skirtingų apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų atvejais

Kiekvienam AT paskirties keitimo scenarijų T_{1-6} rodiklių grupių $C_{E,U,S,N}$ svoriai ω_i apskaičiuoti taikant (3.19) formulę (3.6 pav.). Tokiu būdu galima apskaičiuoti kiekvienos AT rodiklių grupės svorį kiekvieno nagrinėjamo AT paskirties keitimo scenarijaus T_{1-6} atveju.

3.6 paveiksle pateikti vertinimo rezultatai parodė, kad apytikriai vienodai svarbios visos rodiklių grupės atliekant AT paskirties keitimą į žaliąją zoną (T_1 : $C_E = 20,25$, $C_U = 26,5$, $C_S = 23,0$, $C_N = 30,25$, $s = 4,33$). $26C_E = 22,17$, $C_U = 24,08$, $C_S = 34,08$, $C_N = 19,5$, $s = 6,36$).

Šie rezultatai išryškina poreikį plėtoti žaliąsias erdves miesto zonose tolygiai, nepriklausomai nuo vyraujančios teritorijos ar jų grupių funkcinės paskirties. Pramoninės paskirties teritorijose žaliųjų zonų plėtra prisideda prie urboekologinės teritorijų funkcijos užtikrinimo; gyvenamosiose zonose – gyventojų laisvalaikio

praleidimui tinkamos erdvės sukūrimo, teritorinės bendruomenės aplinkos identiteto formavimo mažosios architektūros elementais ir kt.



3.6 pav. Rodiklių grupių $C_{E,U,S,N}$ apskaičiuoti svoriai ω paskirties keitimo

scenarijų atvejais: a) T_1 ; b) T_2 ; c) T_3 ; d) T_4 ; e) T_5 ; f) T_6 T_{1-6} , % (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.6. The calculated weights of the groups of criteria $C_{E,U,S,N}$ for each brownfield redevelopment scenario: a) T_1 ; b) T_2 ; c) T_3 ; d) T_4 ; e) T_5 ; f) T_6 T_{1-6} , % (created by author)

Netolygiausias rodiklių grupių svorių pasiskirstymas, lemiantis sprendimų priėmimą dėl AT paskirties keitimo nustatytas paskirties keitimo į gyvenamąsias zonas atveju (T_5). Šis rezultatas kelia prielaidą, kad gyvenamųjų zonų plėtra mieste turi būti griežtai vertinama su kitos paskirties (pvz. žaliųjų zonų) plėtros sprendiniais.

Siekiant detalizuoti sprendimų priėmimo sprendinius smulkesnio teritorinio vieneto lygmenyje, apskaičiuoti rodiklių svoriai $\omega\%$, išreikšti procentine išraiška, kiekvienos AT vertinimo rodiklių grupės viduje ir pateikti 3.7 lentelėje.

Nagrinėjant AT vertinimo rodiklius atskirai bendruoju atveju, nustatyta, kad didžiausią bendrąją įtaką⁴ sprendimų priėmimui dėl AT paskirties keitimo daro investicijos į teritoriją ($E_I = 32,15\%$), žaliųjų plotų kiekis ($N_3 = 27,96\%$), vidutinė statybos kaina ir kaštai ($E_2 = 27,17\%$) ir kietųjų dalelių koncentracija ore ($N_2 = 26,86\%$). 3.7 lentelėje apskaičiuotų duomenų matrica naudojama tolimesniuose skaičiavimuose taikant DSPM.

⁴ Apskaičiuojamas rodiklio svorio, išreikšto procentine išraiška, $\omega\%$ aritmetinis vidurkis visų AT paskirties keitimo scenarijų atvejais. Gaunamas reikšmių masyvas, sudarantis sąlygas palyginti skirtingų rodiklių vidutinius svorius bendruoju atveju.

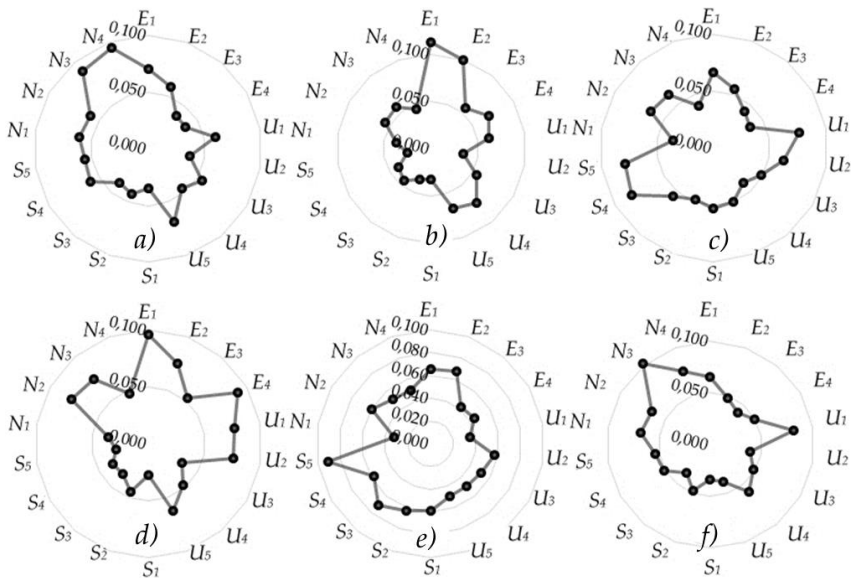
3.7 lentelė. Apskaičiuoti rodiklių svoriai kiekvienoje rodiklių grupėje kiekvienu nagrinėjamu apleistos teritorijos paskirties keitimo scenarijaus atveju T_{1-6} (sudaryta autoriaus)

Table 3.7. The calculated weights of individual criteria for each brownfield scenario T_{1-6} in each group of criteria, % (created by author)

Rodiklių grupės	Paskirties keitimo scenarijai T					
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
E_1	34,33	33,25	33,08	30,50	29,83	31,92
E_2	28,42	29,42	27,25	23,75	30,67	23,50
E_3	18,58	16,50	21,08	16,67	18,92	20,08
E_4	18,67	20,67	18,67	28,92	20,42	24,50
	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$
U_1	22,75	21,25	27,58	28,83	14,50	30,92
U_2	13,92	11,75	22,33	12,67	23,67	14,75
U_3	20,58	18,92	17,33	17,92	21,58	18,00
U_4	17,25	25,42	14,50	23,75	20,33	22,17
U_5	27,75	23,00	18,25	16,83	20,17	14,17
	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$
S_1	15,00	18,17	16,50	26,42	17,42	15,25
S_2	18,42	19,83	15,08	20,92	18,42	21,42
S_3	17,17	24,83	17,67	21,08	20,92	16,00
S_4	25,17	22,67	25,92	17,00	16,58	23,17
S_5	24,42	14,58	24,75	14,42	26,58	24,33
	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$
N_1	20,00	18,92	18,00	30,92	17,17	22,00
N_2	19,33	28,75	31,92	29,33	30,83	20,83
N_3	29,50	29,67	30,67	18,92	26,08	32,92
N_4	31,25	22,67	19,42	20,83	25,75	24,33
	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$	$\Sigma = 100 \%$

Skirtingų AT rodiklių C_i svorių nepriklausomos reikšmės ω skirtingu AT paskirties keitimo scenarijaus T_{1-6} atveju apskaičiuotos laikantis 3.4.1–3.4.3 poskyriuose aprašytos metodologijos. Siekiant tarpusavyje palyginti

rodiklių svarbą kiekvienu scenarijaus atveju T_i , buvo apskaičiuotos reikšmės, grafiškai pavaizduotos 3.7 paveiksle. Šie skaičiavimai detalizuoja 3.6 paveiksle pateiktus apskaičiuotus atskirų rodiklių svorius skirtingais AT paskirties keitimo scenarijų atvejais ir gali būti taikomi rengiant teritorijų planavimo sprendinius vietovės lygmenyje.



3.7 pav. Savieji apleistų teritorijų vertinimo rodiklių svoriai ω skirtingais paskirties keitimo atvejais: a) T_1 ; b) T_2 ; c) T_3 ; d) T_4 ; e) T_5 ; f) T_6 (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.7. The weights of individual criteria for each brownfield redevelopment scenario: a) T_1 ; b) T_2 ; c) T_3 ; d) T_4 ; e) T_5 ; f) T_6 (created by author)

Iš 3.7 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad, atliekant strateginę miesto TP skirtingomis plėtros kryptimis, jos efektyvumą ir pridėtinę miesto vertę lemia skirtingų AT vertinimo rodiklių rinkiniai.

3.4.3. Gautų rezultatų apžvalga ir vertinimas

Gauti rezultatai išryškina šias AT antrinio naudojimo, pakeitus paskirtį, gaires:

- didžiausią įtaką AT paskirties keitimo į žaliąją erdvę (T_1) sprendimams priimti turi ekologinės grupės rodikliai. Didžiausia įtaka nustatyta žaliuosius plotus N_3 ($\omega_{CN,3} = 0,089$) ir transporto taršos lygį N_4 ($\omega_{CN,4} = 0,095$) išreiškiantiems rodikliams;

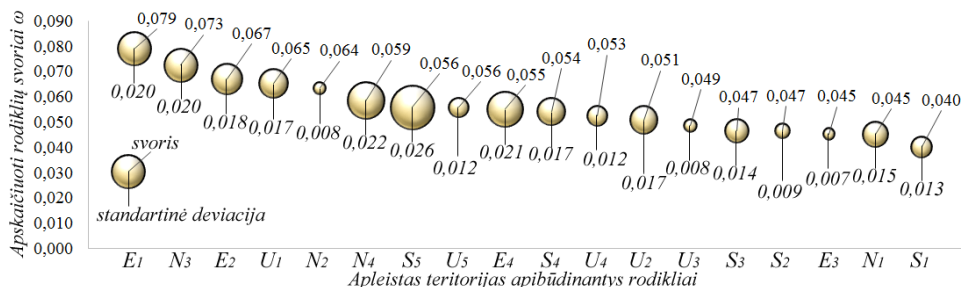
- didžiausią įtaką AT paskirties keitimo į komercinę erdvę (T_2) sprendimams priimti turi ekonominės grupės rodikliai C_E . Tarp jų didžiausia įtaka būdinga išreikštų rodiklių investicijoms į seniūnijos aplinką E_1 ($\omega_{E,1} = 0,112$) ir vietos statybos kainą E_2 ($\omega_{E,2} = 0,099$);
- didžiausią įtaką AT paskirties keitimo į sporto aikštynus ir aktyvaus laisvalaikio zonas (T_3) sprendimams priimti turi socialinės ir urbanistinės grupės rodikliai. Didžiausią poveikį daro nusikalstamumą S_4 ($\omega_{S,4} = 0,083$), švietimo ir ikimokyklinio ugdymo skaičių seniūnijose S_5 ($\omega_{S,5} = 0,079$) bei nenaudojamus žemės plotus U_1 ($\omega_{U,1} = 0,076$) išreiškiantys rodikliai;
- didžiausią įtaką AT paskirties keitimo į pramonines zonas (T_4) sprendimams priimti turi beveik visi grupių rodikliai, išskyrus socialinę grupę. Tarp dominuojančių grupių didžiausią poveikį turi investicijas į seniūnijos infrastruktūrą E_1 ($\omega_{E,1} = 0,096$), darbo vietų skaičių E_4 ($\omega_{E,4} = 0,091$), gyvenamųjų objektų skaičių U_2 ($\omega_{U,2} = 0,076$), atstumą iki miesto centro U_5 ($\omega_{U,5} = 0,063$) ir kietųjų dalelių koncentraciją ore N_2 ($\omega_{N,2} = 0,078$) išreiškiantys rodikliai;
- didžiausią įtaką AT paskirties keitimo į gyvenamąsias zonas (T_5) sprendimams priimti turi socialinės grupės rodikliai C_S . Čia didžiausią poveikį turi S_5 ($\omega_{S,5} = 0,091$) rodiklis, nurodantis švietimo ir vaikų priežiūros įstaigų prieinamumą;
- didžiausią įtaką sprendimams AT palikti kaip miesto rezervą ateities reikmėms (T_6) turi gamtiniai ir urbanistiniai rodikliai (C_N ir C_U). Tarp jų didžiausia įtaka priskiriama žaliųjų plotų kiekį N_3 ($\omega_{N,3} = 0,102$) ir nenaudojamų žemės plotų kiekį U_1 ($\omega_{U,1} = 0,082$) nusakantiems rodikliams.

Rezultatai atskleidė, kad bendruoju atveju didžiausią poveikį, priimant AT paskirties keitimo sprendimus, turi investicijas į seniūnijos infrastruktūrą E_1 ($\omega_{avg,E,1} = 0,079$), žaliųjų plotų kiekį N_3 ($\omega_{avg,N,3} = 0,073$), seniūnijoje dominuojančią statybos kainą E_2 ($\omega_{avg,E,2} = 0,067$), nenaudojamus žemės plotus U_1 ($\omega_{avg,U,1} = 0,065$) ir kietųjų dalelių koncentraciją ore N_2 ($\omega_{avg,N,2} = 0,064$) nusakantys rodikliai. Apibendrintas rodiklių reikšmingumo ω ir standartinės deviacijos s_i pagal rangą reikšmių sąrašas pateiktas 3.8 paveiksle.

Skaičiavimai parodė, kad, priklausomai nuo paskirties keitimo T_i , labiausiai kinta švietimo ir ikimokyklinio ugdymo skaičių S_5 ($s_{S,5} = 0,026$), transporto taršą N_4 ($s_{N,4} = 0,022$) ir darbo vietų skaičių E_4 ($s_{E,4} = 0,021$) seniūnijoje nusakančių rodiklių svorio ω_i reikšmė. Mažiausiai kinta patvirtintų ES programų skaičių E_3 , kietųjų dalelių koncentraciją N_2 ($s_{N,2} = 0,008$) ir pastatų amžių U_3 ($s_{U,3} = 0,008$) išreiškiančių rodiklių ω_i reikšmė.

Aukštą ω reikšmę įgijusius rodiklius reikia vertinti priklausomai nuo kiekvieno paskirties keitimo scenarijaus T_i . Pavyzdžiui, švietimo sistemą reprezentuojančio rodiklio S_5 reikšmės kinta nuo 0,026 (T_2) iki 0,091 (T_5). Taigi švietimo ir ugdymo

įstaigų prieinamumas kartu su visa socialine aplinka yra nevienareikšmiškai vertinamas rodiklis. Aplinkos planavimas, užtikrinant socialinės aplinkos kokybę, yra lemiamas veiksnys keičiant AT paskirtį į sporto aikštynus (T_3 , $\omega_{S,5|T3} = 0,079$) ir į gyvenamąją aplinką (T_5 , $\omega_{S5|T5} = 0,091$), o patvirtintų ES programų skaičių seniūnijoje išreiškiančio rodiklio E_3 savojo svorio ω reikšmė kinta mažiausiai – nuo 0,038 (T_1) iki 0,056 (T_2).



3.8 pav. Apskaičiuotos vidutinės rodiklių svorių ω ir standartinių deviacijų s reikšmės įvertinant visus nagrinėjamus apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijus T_{1-6} (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.8. The calculated average values ($\omega_{C,s}$) of criterion weights and their standard deviations s for each purpose changing the scenario for brownfields (created by author)

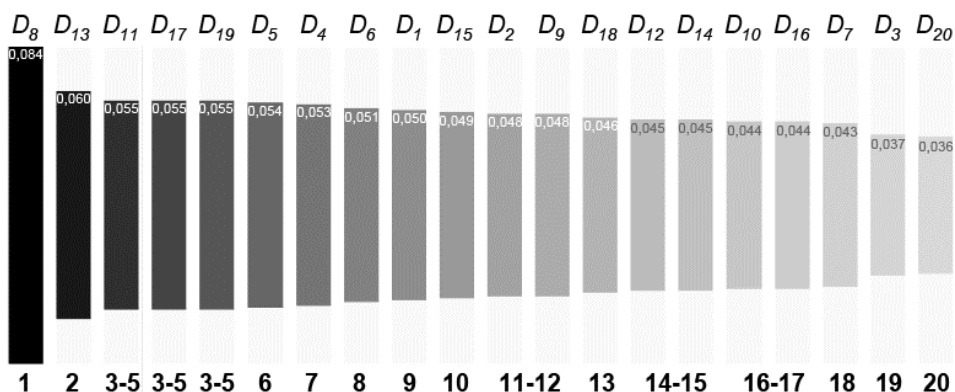
Įvertinus šių rodiklių reikšmių svyravimus, galima teigti, kad rodiklių C_i jautrumas, priimant paskirties keitimo sprendimus T_i , yra nevienodas. Jautresni rodikliai, turintys didesnę standartinės deviacijos s reikšmę dėl sunkiai prognozuojamų ir kintančių svorio reikšmių, atliekant strateginį miesto teritorijų planavimą, turi būti laikomi prioritetiniais.

3.5. Tinkamų miesto dalių atranka, siekiant įgyvendinti apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijus

Sudaryta rodiklių sistema C gali būti taikoma siekiant ne tik nustatyti svarbiausius jų derinius ir svorius priimant konkretų AT paskirties keitimo scenarijų T_i . Vienas iš svarbiausių TP uždavinių – įvertinti skirtingas miestų teritorijas, esant konkrečiam jų funkciniam naudojimui. Nepaisant to, kad iki šiol AT vertinimo rodikliai buvo vertinti pagal konkretaus AT paskirties keitimo scenarijaus T_i įgyvendinimo atvejį, lieka neatsakyta, kurios miesto zonos arba atskiri teritoriniai vienetai yra tinkamiausi siekiant įgyvendinti konkrečius AT paskirties keitimo scenarijus T_i ? Atsakyti į tokio pobūdžio klausimus mokslinėje literatūroje plačiai taikomi DSPM. Lietuviškoje

mokslinėje literatūroje artimiausią tyrimo tematiką (apleistiems pastatams ranguoti) darbą parengė Antuchevičienė *et al.* (2011, 2012).

Ankstesniuose tyrimuose (Bielinskas *et al.* 2015), taikant ekspertinį vertinimą ir COPRAS DSPM metodą (3.4.3 poskyris), atliktas vertinimas siekiant nustatyti, kokiose Vilniaus miesto seniūnijoje D_i pagal esamas faktines rodiklių $C_{E,S,U,N}$ reikšmes yra didžiausia tikimybė atsirasti naujoms AT. Skaičiavimai parodė, kad labiausiai tikėtina, jog AT turi sąlygas susidaryti Panerių (D_8 , $Q_j = 0,084$), Verkių (D_{13} , $Q_j = 0,06$) ir Vilkpėdės (D_{11} , $Q_j = 0,055$) seniūnijose. Mažiausia tikimybė susidaryti AT nustatyta Senamiesčio (D_{20} , $Q_j = 0,036$) ir Naujininkų (D_3 , $Q_j = 0,037$) seniūnijose (3.9 pav.).



3.9 pav. Santykinų reikšmingumų Q_j reikšmės, nusakantios tikimybę didėti apleistų teritorijų skaičiui seniūnijose D_i (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.9. The values of relative significance Q_j defining a probability of an increase in the number of brownfields in neighbourhoods D_i (created by author)

Pažymėtina tai, kad pastarosioms seniūnijoms būdingas aukštesnis daugiafunkciškumo lygis (2.9 pav.) nei kitoms. Todėl, norint imtis prevencijos priemonių prieš naujų AT atsiradimą, būtina išnagrinėti tinkamiausius AT paskirties keitimo scenarijus konkrečiose miesto zonose, žinant ir įvertinant naujos AT greičiau susiformuoja esamų AT prieigos zonose. Jeigu vienoje miesto vietoje tinkamiausius AT paskirties keitimo scenarijus yra komercinės zonos plėtra, kitoje gali būti priešingai – teritorijos patrauklumą stiprins joje ir aplink ją esančių AT paskirties keitimas į mišrios paskirties zonas. Tokiu būdu nebus sudaromos tinkamos sąlygos susidaryti naujoms AT, o miesto dalis taptų kompaktiškesnė ir patogesnė kasdieniams teritorinės bendruomenės poreikiams tenkinti. Tokį funkcinio paskirstymo poreikį skirtingose miesto vietose lemia AT ir jų prieigų daugiafunkciškumas (Bolund, Hunhammar 1999).

Šiame tyrime nagrinėtas atvejis, kai reikia parinkti tinkamiausias miesto seniūnijas ir jose esančių AT paskirtį pakeisti į komercinę (T_2), pramoninę (T_4) ir gyvenamąją (T_5) paskirtį arba į daugiafunkcę, ir šioms teritorijoms būtų vienodai būdingos funkcinės šių scenarijų savybės.

3.5.1. Daugiarodiklių sprendimų priėmimo metodų taikymas apleistų teritorijų žemės paskirties scenarijams miesto seniūnijose vertinti

Pagrindinė DSPM metodų idėja šiame tyrime – sukurti kaupiamąjį rodiklį kiekvienai alternatyvai D_i , nagrinėjant skirtingas TP ir statybos užduotis (paskirties keitimo scenarijui T_i). Šis rodiklis atspindi alternatyvos patrauklumą kiekybiniais matais, išreikštais vienetine reikšme kiekvienai alternatyvai (Ginevicius *et al.* 2012; Jakimavicius *et al.* 2016; Palevicius *et al.* 2016). Tai reiškia, kad apskaičiuotas dydis nusako Vilniaus miesto seniūnijos D_i patrauklumą skirtingiems jose esančių AT paskirties keitimo scenarijams T_i (Bielinskas *et al.* 2018).

Tyrime taikomi įvairūs DSPM metodai: paprasčiausias SAW (paprastasis svėrimas sumuojant, angl. *Simple Additive Weighting*), kuris dėl esminių DSPM savybių yra dažniausiai pasitaikantis moksliniuose tyrimuose; Lietuvos mokslininkų sukurtas populiarus COPRAS (angl. *Complex Proportional Assessment*); TOPSIS (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*), taikomas šiuolaikiniuose tyrimuose; naujai pasiūlytas EDAS (angl. *Evaluation Based on Distance from Average Solution*).

DSPM parinkimas priklauso nuo tikslo, pradinių duomenų ir konteksto (Ginevicius *et al.* 2012). Kadangi nėra pripažinto nė vieno paties geriausio DSPM metodo, pačiai užduočiai spręsti turi būti taikomi skirtingi DSPM metodai vienu metu. Tai užtikrina užduoties vertinimo tikslumą ir objektyvumą. Kiekvienas DSPM metodas savitas savo savybėmis ir logika, todėl nesutapimai tarp skirtingų metodų rezultatų gali būti sumažinti taikant šiuos metodus vienu metu.

Vertinant tyrimo alternatyvas visiems taikomiems DSPM, naudojama ta pati alternatyvos sprendimų priėmimo matrica (toliau – SPM). Jeigu turime tris alternatyvas (AT paskirties keitimo scenarijus T_i), tuomet nagrinėjamos trys SPM visiems DSPM. SPM sudaro statistinių duomenų rinkinys $R = \|r_{ij}\|$, kuris skaitiškai apibūdina tyrimo objektą, ir jis turi būti įvertintas. Rodiklių svoriai išreiškiami taikant

$$\omega_i \left(\sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \right), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \text{ išraišką, čia } m - \text{rodiklių skaičius,}$$

n – nagrinėjamų alternatyvų skaičius. Šiuo atveju rodiklių C_i svoriai bus skirtingi kiekvienu iš trijų nagrinėjamų AT paskirties keitimo scenarijų $T_{2,4,5}$ atveju. Visų

galimų T_{1-6} AT paskirties keitimo scenarijų skirtingose miesto seniūnijose D_i vertinimas pateiktas 3.11 paveiksle ir D priede.

Taikant COPRAS metodą, rodikliai C , prieš atliekant skaičiavimus, turi būti apibrėžti kaip maksimizuojamieji arba minimizuojamieji. Didesnė maksimizuojamojo rodiklio reikšmė reiškia didesnę tinkamumą nagrinėjamai alternatyvai. Ir atvirkščiai, mažesnė minimizuojamojo rodiklio reikšmė reiškia didesnę tinkamumą alternatyvai.

Siekiant išsiaiškinti patraukliausias vietas sprendžiant TP uždavinį, šiame tyrime įvertinti kiekvienos Vilniaus miesto seniūnijos D_i AT vertinimo rodikliai $C_{E,S,U,N}$. Atliktas kriterijų vertinimas, vienu metu taikant COPRAS, TOPSIS, SAW ir EDAS (3.5.1 poskyris) DSPM.

Pradžioje taikomas SAW metodas. DSPM taikymo praktika rodo, kad objektų rangavimas, remiantis skirtingais metodais, dažnai sutampa arba mažai skiriasi. SAW metodas labai plačiai taikomas moksliniuose straipsniuose ir yra sukurtas prieš daugelį kitų šiandien praktikoje taikomų DSPM (Saaty 1967, 1980)

Metodo pavadinimas (paprastasis pridedamasis svėrimas, angl. *Simple Additive Weighing*) atspindi taikymo paprastumą. Šio metodo kriterijus S_j yra pasvertųjų rodiklių reikšmių suma (3.20):

$$S_j = \sum_{i=1}^m \omega_i \times \tilde{r}_{ij}, \quad (3.20)$$

čia ω_i – i -tojo rodiklio svoris; \tilde{r}_{ij} – j -ojo objekto i -tojo rodiklio normalizuotoji reikšmė. Geriausia rodiklio S_j reikšmė yra didžiausia.

Šis metodas veikia tik su maksimizuojamaisiais rodikliais. Visi minimizuojamieji rodikliai keičiami į maksimizuojamuosius ir apskaičiuojamos jų atvirkštinės reikšmės (MacCrimmon 1968; Podvezko, Podvezko 2014).

Normalizuotos maksimizuojamųjų ir minimizuojamųjų rodiklių reikšmės apskaičiuojamos pagal (3.21) formulę.

$$\tilde{r}_{ij} = \begin{cases} \frac{r_{ij} - \min_j r_{ij}}{\max_j r_{ij} - \min_j r_{ij}}, & \text{jeigu } i \text{ yra minimizuojamasis rodiklis;} \\ \frac{\max_j r_{ij} - r_{ij}}{\max_j r_{ij} - \min_j r_{ij}}, & \text{jeigu } i \text{ yra maksimizuojamasis rodiklis.} \end{cases} \quad (3.21)$$

Kai rodiklių reikšmės skiriasi nedaug tarp alternatyvų (seniūnijų D_i), tokia normalizacija pervertina rodiklio įtaką. Dėl to atliktas rodiklių verčių skirtumo testas. Atliekus skaičiavimus, išryškėjo du atvejai ir tarp nagrinėjamų alternatyvų

nustatyti nedideli rodiklių normalizuotųjų reikšmių skirtumai. Kriterijaus E_1 (skirtos investicijos į aplinką seniūnijoje D_i) reikšmės tarp alternatyvų D_i kinta daugiausia apie 31 %, o rodiklis S_3 (vidutinės namų ūkio pajamos seniūnijose D_i) kinta dar mažiau. Šiems dviem rodikliams normalizuoti taikytas klasikinės normalizacijos būdas: rodiklių reikšmės padalytos iš jų reikšmių sumos visoms alternatyvoms D_i . Normalizuotos rodiklių reikšmės naudotos taikant COPRAS metodą).

Taikant šį metodą, atkreipiamas dėmesys, kad rezultatai priklauso nuo rodiklių normalizacijos krypties, kuri gali skirtis priklausomai nuo parinkto AT paskirties keitimo scenarijaus (T_i). Vertinant rodiklius, AT paskirties keitimo scenarijų T_2 , T_4 ir T_5 atvejais jų normalizacijos kryptys pateiktos D priedo D.1 lentelėje.

COPRAS metodą sukūrė 1996 m. Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslininkai Zavadskas ir Kaklauskas (Zavadskas, Kaklauskas 1996). Šio metodo esmė – visų rodiklių R_i reikšmės r_{ij} galima susieti į vieną kokybinį vertinimą – metodo rodiklio reikšmę. Skaičiuojant COPRAS metodu, taikomas klasikinis normalizavimo būdas pagal (3.22) formulę.

$$\hat{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}. \quad (3.22)$$

Taikant šį metodą, nagrinėjamų variantų prioritetiškumas ir jų svarbumo laipsnis tiesiogiai priklauso nuo alternatyvas apibūdinančių rodiklių sistemos, ir reikšmingumo dydžių. Skaičiuojama pagal penkių žingsnių sistemą pagal (3.23)–(3.26) formules.

1-asis žingsnis:

$$d_{ij} = \frac{r_{ij} \times \omega_i}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}, \quad (3.23)$$

čia r_{ij} – i -tojo rodiklio j -ojo sprendimo alternatyvos variantas; m – rodiklių skaičius; n – lyginamųjų variantų skaičius; ω_i – i -tojo rodiklio k -tojo eksperto suskaičiuoti svoriai.

2-asis žingsnis. Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojamųjų S_j ir maksimizuojamųjų S_{+1} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal (3.24) formulę.

$$S_{\pm j} = \sum_{i=1}^m d_{\pm ij}. \quad (3.24)$$

3-iasis žingsnis. Lyginamas variantų santykinis reikšmingumas. Šis dydis nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+j} ir neigiamomis S_{-j}

savybėmis. Kiekvieno varianto α_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal (3.25) formulę.

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-\min} \times \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \times \sum_{j=1}^n \frac{S_{-\min}}{S_{-j}}}, j = \overline{1, n}. \quad (3.25)$$

4-asis žingsnis. Nustatoma variantų prioritetų eilės tvarka. Kuo didesnis Q_j , tuo varianto efektyvumas yra didesnis.

5-asis žingsnis. Pagal (3.26) formulę apskaičiuojamas varianto naudingumo laipsnis.

$$N_j = \frac{Q_j}{Q_{\max}} \times 100 \%, \quad (3.26)$$

čia N_j – naudingumo laipsnis, %.

COPRAS metodo skaičiavimų rezultatai pateikti D priedo D2–D13 lentelėse. alternatyvūs skaičiavimai atliekami taikant TOPSIS metodą. Tai sprendimo priėmimo metodas, pagal kurį nustatomas artumas iki idealiojo taško, sukurtas 1981 m. Remiantis šiuo metodu, pasirinkta geriausia alternatyva, kuri turi mažiausią atstumą iki geriausio sprendimo ir didžiausią atstumą iki blogiausio sprendimo (Hwang, Yoon 1981). Šis metodas pasižymi universaliu matematiniu algoritmu, todėl labai plačiai taikomas inžinerinių mokslų darbuose (Aloini 2018; Parfenova *et al.* 2016; Palevicius *et al.* 2017; Jakimavicius *et al.* 2016).

Pirmojo etapo skaičiavimai atliekami pagal (3.27) formulę:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n r_{ij}^2}}, \quad (3.27)$$

čia \tilde{r}_{ij}^2 – i -tojo rodiklio j -ojo objekto normalizuotoji reikšmė.

Geriausias sprendinys (variantas) V^* ir blogiausias – V^- skaičiuojami pagal (3.28) ir (3.29) formules:

$$V^* = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_m^*\} = \left\{ \left(\frac{\max_j \omega_i \times \tilde{r}_{ij}}{i \in I_1}, \frac{\min_j \omega_i \times \tilde{r}}{i \in I_2} \right) \right\}; \quad (3.28)$$

$$V^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_m^-\} = \left\{ \left(\frac{\max_j \omega_i \times \tilde{r}_{ij}}{i \in I_1}, \frac{\min_j \omega_i \times \tilde{r}}{i \in I_2} \right) \right\}. \quad (3.29)$$

Skaičiuojamas kiekvieno lyginamojo varianto bendrasis atstumas D_j^* iki geriausių sprendinių ir D_j^- – iki blogiausių sprendinių pagal (3.30) ir (3.31) formules:

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\omega_i \times \tilde{r}_{ij} - V_i^*)^2}; \quad (3.30)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\omega_i \times \tilde{r}_{ij} - V_i^-)^2}. \quad (3.31)$$

Toliau TOPSIS metodu skaičiuojamasis rodiklis C_j^* , kuris nustatomas pagal (3.32) formulę.

$$C_j^* = \frac{D_1^-}{D_j^* + D_j^-} \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (0 \leq C_j^* \leq 1). \quad (3.32)$$

Atliktų TOPSIS metodo skaičiavimų rezultatai pateikti D priedo D.2 ir D.13 lentelėse.

Toliau rodiklių svorių nustatytas atliktas taikant EDAS metodą. EDAS metodu atliekamas vertinimas remiasi atstumu nuo vidutinio sprendimo ir yra panašus į TOPSIS metodą. Pagal EDAS metodą geriausia alternatyva yra susijusi su atstumu nuo vidutinio sprendimo (Keshavarz Ghorabae *et al.* 2015). Pagal šį metodą geriausia alternatyva vertinama dviem būdais. Pirmasis būdas, kai skaičiuojamas „teigiamas“ atstumas (angl. *positive distance* (PD) nuo vidutinio sprendimo. Antruoju atveju skaičiuojamas „neigiamas“ atstumas (angl. *negative distance* (ND) nuo vidutinio sprendimo. Alternatyvos D_i vertinamos pagal didžiausią PD ir mažiausią ND reikšmę. EDAS metodo skaičiavimas, kaip ir taikant kitus DSPM, pradedamas nuo sprendimo matricos sudarymo R . Toliau atliekami (3.33) ir (3.40) formulėse nurodyti veiksmas.

1-asis žingsnis. Apskaičiuojamas visų rodiklių vidurkis:

$$AV_i = \frac{\sum_{j=1}^m}{m}. \quad (3.33)$$

2-asis žingsnis. Atskirai maksimizuojamiems rodikliams šiame etape apskaičiuojami kiekvienos alternatyvos D_i teigiami (PD) ir neigiami (ND) atstumai nuo vidurkio:

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (r_{ij} - AV_i))}{AV_i}; \quad (3.34)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_i - r_{ij}))}{AV_i}; \quad (3.35)$$

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_i - r_{ij}))}{AV_i}; \quad (3.36)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (r_{ij} - AV_i))}{AV_i}, \quad (3.37)$$

čia j -asis rodiklis yra maksimizuojamasis.

3-iasis žingsnis. Šiame žingsnyje atliekamas visų alternatyvų SP ir SN reikšmių normalizavimas apskaičiuojant NSP_j and NSN_j reikšmes:

$$NSP_j = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i \times PDA_{ij}}{\max_j \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot PDA_{ij}}. \quad (3.38)$$

$$NSP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i \times PDA_{ij}}{\max_j \sum_{i=1}^n \omega_i \times NDA_{ij}}. \quad (3.39)$$

4-asis žingsnis. Visų alternatyvų D_i vertinimo balo (angl. *appraisal score* (AS)) skaičiavimas pagal (3.37) formulę.

$$AS_j = \frac{1}{2} \times (NSP_j + NSN_j), \quad (3.40)$$

čia $0 \leq AS_i \leq 1$.

Skaičiavimų rezultatai pateikti ir įvertinti 3.4.6 ir 3.47 poskyriuose.

3.5.2. Tinkamų seniūnijų parinkimo apleistų teritorijų žemės paskirties scenarijams įgyvendinti rezultatai

Nėra pripažinto patikimiausio DSPM ir, siekiant sumažinti neatitikimų tikimybę, kiekvienas šių metodų paprastai lemia skirtingus rezultatus. Galutinis rezultatas derinamas atsižvelgiant į DSPM rezultatus, atskirai atsižvelgiant į jų variacijos koeficientą ir laikantis prielaidos, kad tai atspindi jų reikšmingumą bendrajame vertinime. Metodus, turintis didesnę variacijos koeficientą, laikomas patikimesniu alternatyvoms D_i įvertinti ir daro įtaką alternatyvos rango Rn nustatymui. Skaičiavimų rezultatų ir nustatytų alternatyvų D_i rangų kiekvieno DSPM atveju fragmentas pateiktas analizuojant AT paskirties keitimą į komercinės paskirties teritorijas (T_2). Rezultatai pateikti 3.8 ir 3.9 lentelėse ir D priede.

3.8 lentelė. Daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų vertinimo rezultatai scenarijui T_2
Table 3.8. The results of evaluating multiple-attribute decision-making methods for the task T_2

DSPM Metodai:	Dyd- žiai	Seniūnijos									
		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
SAW	S_j	0,472	0,336	0,424	0,425	0,373	0,429	0,342	0,505	0,337	0,317
	$Rn.$	2	18	7	6	12	4	16	1	17	20
TOPSIS	C_j^*	0,382	0,289	0,393	0,365	0,317	0,384	0,265	0,597	0,291	0,277
	$Rn.$	7	15	3	9	12	5	20	1	14	19
COPRAS	Z_j	0,052	0,044	0,044	0,047	0,049	0,058	0,042	0,070	0,043	0,050
	$Rn.$	7	15	17	13	11	3	20	1	18	10
EDAS	AS_j	1,060	0,696	1,043	0,986	0,787	0,886	0,653	1,137	0,564	0,599
	$Rn.$	2	14	3	5	12	8	16	1	20	19
$\tilde{R}n$		2	14	3	6	12	7	18	1	19	20

3.9 lentelė. Daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų vertinimo rezultatai scenarijui T_2
Table 3.9. The results of evaluating multiple-attribute decision-making methods for the task T_2

DSPM Metodai	Dyd- žiai	Seniūnijos									
		D_{11}	D_{12}	D_{13}	D_{14}	D_{15}	D_{16}	D_{17}	D_{18}	D_{19}	D_{20}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SAW	S_j	0,389	0,381	0,446	0,343	0,346	0,334	0,426	0,349	0,405	0,403
	$Rn.$	10	11	3	15	14	19	5	13	8	9
TOPSIS	C_j^*	0,347	0,439	0,383	0,283	0,304	0,279	0,372	0,289	0,360	0,393
	$Rn.$	11	2	6	17	13	18	8	16	10	4
COPRAS	Z_j	0,043	0,053	0,050	0,044	0,050	0,047	0,058	0,044	0,055	0,055
	Rn	19	6	9	16	8	12	2	14	4	5

3.9 lentelės pabaiga

EDAS	AS_j	0,898	0,858	1,001	0,608	0,773	0,660	0,914	0,604	0,849	0,849
	Rn	7	9	4	17	13	15	6	18	10	11
$\tilde{R}n$		9	8	4	17	13	15	5	16	11	10

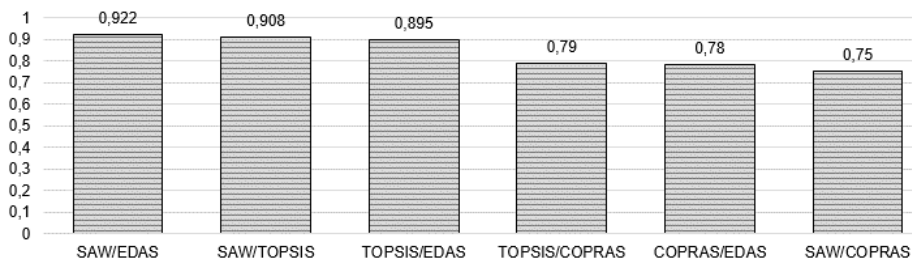
3.8 ir 3.9 lentelėse pateikti atliktų skaičiavimų rezultatai rodo, kad Panerių (D_8 , $\tilde{R}n = 1$), Rasų (D_1 , $\tilde{R}n = 2$), Naujininkų (D_3 , $\tilde{R}n = 3$) seniūnijas skaičiavimo modelis parenka kaip optimalias miesto dalis AT paskirčiai keisti į komercinės paskirties teritorijas (T_2).

Koreliacijos koeficientai tarp skirtingų DSPM porų apskaičiuotų svorių reikšmių, atsižvelgiant į kiekvieną nagrinėjamą AT paskirties keitimo scenarijų $T_{2,4,5}$, į vertinimą įtraukiant nedideles išimtis ir taikant COPRAS metodą, pateikti 3.10 lentelėje. Tyrimo metu pastebėta, kad tokių neatitikimų atsiranda dėl skirtingos rodiklio minimizavimo įtakos rezultatui (Podvezko 2011). Nepaisant to, COPRAS metodas nebuvo pašalintas iš tyrimo dėl jo populiarumo bei plataus taikymo masto.

3.10 lentelė. Koreliacijos koeficientų tarp skirtingų daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų įvertinimo porų reikšmės

Table 3.10. The values of the correlation coefficients between the pairs of the sets of values of cumulative criteria for multiple-attribute decision-making methods

Scenarijai	Daugiarodiklių metodų porų santykis					
	SAW/ TOPSIS	SAW/ COPRAS	TOPSIS/ COPRAS	SAW/ EDAS	COPRAS/ EDAS	TOPSIS/ EDAS
T_2	0,854	0,667	0,794	0,941	0,56	0,822
T_4	0,908	0,873	0,862	0,964	0,871	0,962
T_5	0,961	0,711	0,714	0,861	0,910	0,901



3.10 pav. Koreliacijos koeficientų tarp skirtingų daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų įvertinimo vidutinės reikšmės (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.10. The average values of different correlation coefficients for multiple-attribute decision-making methods applied in the study (created by author)

Detali rezultatų analizė ir kokybinis vertinimas pateiktas 3.4.7 skyrelyje.

3.5.3. Tinkamų seniūnijų parinkimo konkrečiam apieistos teritorijos paskirties keitimo scenarijui rezultatų kokybinis vertinimas

Kadangi egzistuoja skirtingos rezultatų variacijos, gautos taikant skirtingus DSPM metodus, alternatyvas D_i galima kategorizuoti į dvi ar daugiau reikšminių klasių (pvz., patrauklus, ne toks patrauklus arba netinkamas) (Doupou, Zopounidis 2002).

Remiantis sukurta metodika ir siekiant nustatyti miesto seniūnijas D_i , kuriose miesto plėtros poreikis yra didžiausias, naudojant AT kaip nepanaudotus miestų išteklius, pasirinkti paskirties keitimo scenarijai $T_{2,4,5}$. Kompleksiškas jų įgyvendinimas skirtingose Vilniaus vietose labiausiai atspindi šiandienius miesto prioritetus ir šiuo metu mieste dominuojančias teritorijų funkcijas. Taikant šią idėją, skaičiavimais paremti alternatyvų D_i įvertinimai perskaičiuoti į penkias tinkamiausias miesto plėtrai klases (pirmoji – tinkamiausia, 3.11 lentelė).

Skaiciavimai parodė, kad AT paskirties keitimo scenarijui T_2 įgyvendinti labiausiai pritaikytos yra Panerių (D_8), Rasų (D_1), Naujininkų (D_3), Verkių (D_{13}), Antakalnio (D_{17}) ir Pilaitės (D_4) seniūnijos. Planuojant miesto plėtrą, pirmiausia turi būti panaudojamos šiose seniūnijose esančios AT, atsižvelgiant į seniūnijų D_i prioritetiškumo laipsnį Pr . Mažesnė Pr reikšmė sudaro prielaidą įgyvendinti šią miesto plėtrą seniūnijoje D_i anksčiau nei kitose, turinčiose aukštesnę Pr reikšmę.

AT paskirties keitimo į pramoninę paskirtį (T_4) scenarijaus įgyvendinimas labiausiai atitinka Naujamiesčio (D_{12}), Naujininkų (D_3), Verkių (D_{13}), Senamiesčio (D_{20}) ir Rasų (D_1) seniūnijas apibrėžiančius rodiklius. Išlaikant tokį patį planavimo principą, skaičiuojant nustatyta, kad AT paskirties keitimas į gyvenamąją paskirtį (T_5) turi būti planuojama Justiniškių (D_9), Viršuliškių (D_{10}), Šnipiškių (D_6) ir Fabijoniškių (D_{18}) seniūnijose.

Apytikriai tokio paties dydžio koreliacijos koeficientų reikšmės rodo, kad, atliekant keičiant AT paskirtį visais nagrinėjamais scenarijais T_i , nagrinėjamos alternatyvos atveju (konkrečioje seniūnijoje) D_i gali būti planuojamos mišrios paskirties zonos.

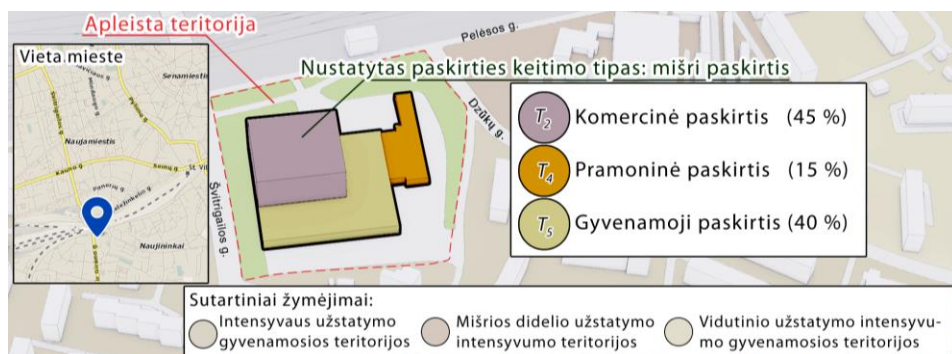
Skirtingai nei AT paskirties keitimas į vieną konkrečią paskirtį T_i , mišraus teritorijų funkcionalumo $T_{1,2,3}$ plėtra, kai viena AT arba greta esančios AT (priklausančios tai pačiai miesto teritorinės bendruomenės veikimo zonai) keičiamos iš karto, joms suteikiant keletą funkcijų, mažina tos vietovės anonimiškumą ir atlieka kriminogeninės prevencijos vaidmenį (Bielinskas *et al.* 2014; Chiesura 2004). Tokia plėtros kryptis ypač svarbi miestų teritorijoms, kuriose vyrauja aukštas nusikalstamumo lygis, marginalinių bendruomenių koncentracija, žemas ekonominis lygis, o estetiškas aplinkos įvaizdis neatitinka vietovės identiteto.

3.11 lentelė. Apleistų teritorijų galimų paskirties keitimo scenarijų tinkamumas $\bar{\omega}$ pagal seniūnijas D_i .

Table 3.11. Appropriate possible scenarios $\bar{\omega}$ for changes in the purpose of brownfields according to neighbourhoods D_i .

Rangas	Paskirties keitimo scenarijai					
	T_2		T_4		T_5	
	Seniūnija	$\bar{\omega}$	Seniūnija	$\bar{\omega}$	Seniūnija	$\bar{\omega}$
1	D_8^{IV}	0,577	D_{12}^{III}	0,510	D_9^{III}	0,538
2	D_1^{III}	0,492	D_3^{II}	0,436	D_{14}^{III}	0,513
3	D_3^{II}	0,476	D_{13}^{II}	0,399	D_{10}^I	0,508
4	D_{13}^{II}	0,47	D_{20}^{IV}	0,395	D_6^I	0,488
5	D_{17}^{IV}	0,443	D_1^{III}	0,382	D_{18}^{IV}	0,487

Analizė (3.11 lentelė), parodė, kad mišrios paskirties planavimas, tolygiai įtraukiant komercinės, pramoninės ir gyvenamosios paskirties funkcijas $T_{2,4,5}$ panaudojant esamas AT, labiausiai tinkamas plėtoti Rasų (D_1), Naujininkų (D_3) ir Verkių (D_{13}) seniūnijose. Konkrečios vietovės (Naujininkų seniūnijoje) AT modelis, keičiant komercinę (T_2), pramoninę (T_4) ir gyvenamąją (T_5) paskirtį bei priskiriant naujas funkcijas teritorijoje esantiems apleistiems pastatams, pateiktas 3.11 paveiksle.



3.11 pav. Apleistų teritorijų žemės paskirties keitimas į mišraus funkcionalumo paskirtį.

Realios vietovės Vilniaus mieste teorinis modelis (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.11. The replacement of brownfield land use for mixed functional purposes. The theoretical model for the real site in Vilnius city (created by author)

Apskaičiavus koreliacijos koeficientus tarp skirtingų DSPM metodų porų, nustatyta, kad SAW, TOPSIS ir EDAS metodai yra tinkamiausi $T_{2,4,5}$ AT paskirties keitimo scenarijams seniūnijose nustatyti (didžiausia koreliacijos koeficiento tarp šių DSPM metodų poros reikšmė kitų metodų porų atžvilgiu).

Atsižvelgiant į parengtas seniūnijų D_i prioritetines grupes, nustatyti AT paskirties keitimo scenarijai T_i turi būti įgyvendinami pagal nustatytą prioritetų eilę, pradedant nuo didžiausio prioritetiškumo laipsnio Pr seniūnijų. Šiuo atveju pirmieji AT paskirties keitimo procesai turi būti pradami Naujininkuose (D_3). Šioje seniūnijoje geriausias variantas yra paskirties keitimas plečiant mišraus funkcionalumo komercinės (T_2) ir pramoninės (T_4) paskirties teritorijas. Remiantis atliktais skaičiavimais, AT paskirties keitimas į gyvenamąsias zonas (T_5) turi būti vykdomas pradedant nuo šiam paskirties keitimo scenarijui apskaičiuotų didžiausio laipsnio Pr seniūnijų – Rasų (D_1) ir Šnipiškių (D_6).

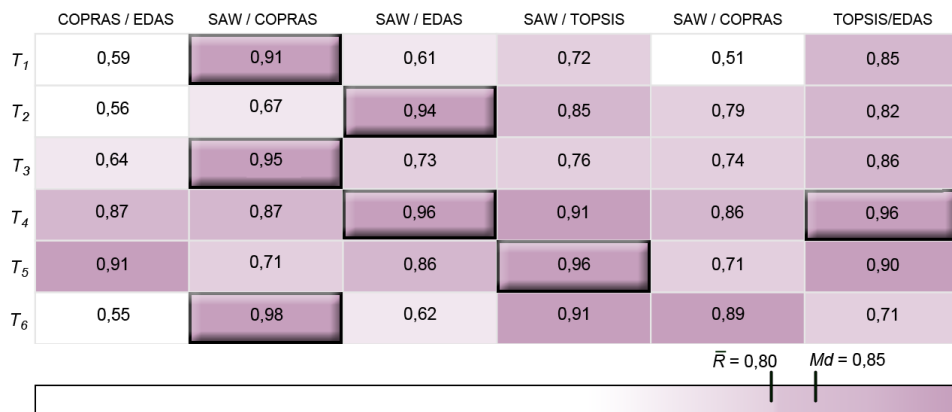
Remiantis skaičiavimų rezultatais, galima teigti, kad šie metodai gali būti sėkmingai taikomi nustatyti AT paskirties keitimo scenarijams T_{1-6} tinkamiausias miesto zonas (arba kitokio mastelio teritorinius vienetų), pritaikomas Vilniaus ir kitiems panašų dydį, gyventojų skaičių ir gamtines savybes (reljefas, upių tinklas ir kt.) turintiems Centrinės Europos miestams. Praktiniam taikymui privalu AT vertinti ne kaip miesto piktžaidę ar grėsmę miesto įvaizdžiui.

3.5.4. Apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų įgyvendinimo strategija ir reglamentavimas

Remiantis atliktu tyrimu analizuojama, kuriose Vilniaus miesto seniūnijose D_i strateginio planavimo lygmeniu racionaliausia vykdyti teritorijų planavimo plėtrą taikant $T_{2,4,5}$ AT paskirties keitimo scenarijus. Tačiau šių scenarijų gali būti daugiau ir kitokių, priklausomai nuo miesto ekonominės, socialinės, urbanistinės ir gamtinės aplinkos savybių. Siekiant suformuoti kompleksinę ir visas miesto posistemes apimančią detalizuotą planavimo strategiją, būtina pirmiau aprašyti vertinimo modeliais apskaičiuoti visų galimų AT paskirties keitimo scenarijų T_i tinkamumą. Čia vertiname visų anksčiau apibrėžtų AT paskirties keitimo scenarijų T_{1-6} tinkamumą Vilniaus miesto plėtrai nuo 5 iki 10 metų į ateitį.

Į skaičiavimo modelį įtraukus visus nagrinėjamus AT paskirties keitimo scenarijus T_{1-6} , gaunama koreliacijos koeficientų matrica, kurios eilučių skaičius atitinka nagrinėjamų AT paskirties keitimo scenarijų skaičių, kai stulpelių skaičius – taikomų DSPM poros, kurioms skaičiuotas koreliacijos koeficientas R (3.12 pav.). Siekiant įvykdyti darbo tikslą ir numatant kartotinius tyrimus ateityje, sprendiniai gali būti grindžiami supaprastinant skaičiavimą eigą į juos įtraukiant kiekvienam AT paskirties keitimo scenarijui tinkamiausius prognozuoti tinkančius DSPM. Tai yra išimtinis atvejis, kai pasiekiamas istorinių duomenų kiekis, kuomet juos apdorojant reikia pasitelkti optimizacijos metodus

didžiųjų duomenų saugojimo sistemose (pavyzdžiui *Google Cloud Platform*, *Amazon Web Service* ir kt.). Gauti rezultatai nurodo, kurie DSPM gali būti taikomi kompleksiskai prognozuojant tinkamiausią naują AT paskirtį.



3.12 pav. Koreliacijos koeficientų R tarp skirtingų daugiakriterių sprendimo priėmimo metodų rezultatų kiekvieno paskirties keitimo scenarijaus atveju T_i (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.12. Correlation coefficients R between the results of different multiple-attribute decision-making methods taking into account each case of the scenario for changes in land purpose T_i (created by author)

Įvertinus visus AT paskirties keitimo scenarijus, akivaizdu, kad tam tikrų DSPM metodų porų rezultatai yra suderinti. Pavyzdžiui, T_4 scenarijaus atveju koreliacijos koeficientas R net tarp dviejų DSPM porų apskaičiuotas 0,96 (≈ 1), o T_6 scenarijaus atveju SAW/COPRAS rezultatų koreliacijos koeficientas yra 0,98 (≈ 1), bendras reikšmių pasiskirstymas pasižymi marginaliomis (angl. *outliers*) ir pagrindinėmis reikšmių zonomis ir t. t.

Vertinant visus gautus rezultatus matyti, kad koreliacijos koeficientų reikšmės tarp skirtingų DSPM metodų porų rezultatų vyrauja nuo 0,51 iki 0,98. Toks atotrūkis tarp šių parametų sudaro tinkamas ir pagrįstas sąlygas išryškinti tinkamiausias DSPM metodų poras kiekvienu AT paskirties keitimo atveju.

Apskaičiuotos aukštos \tilde{R} (0,80) ir medianos Md (0,85) reikšmės (skirtumas lygus 5,8 %) sudaro prielaidas teigti, kad DSPM metodų taikymas yra tinkamas būdas vertinti AT paskirties keitimo scenarijams tinkamiausias miesto teritorijas.

Šių duomenų užtenka norint suformuoti teorinio AT antrinio naudojimo strategijos modelį (3.13 pav., toliau – Strategija).

Strategija apibrėžia pagrindines miesto ilgalaikio strateginio planavimo gaires, kurios turi būti rengiamos suderinant sprendinius su miesto BP. Strategija numato

ir apibrėžia šešias Vilniaus miesto plėtros kryptis skirtingų paskirties keitimo scenarijų T_{1-6} atvejais, išlaikant AT sutvarkymo koncepcijos (2.24 pav.) principus.



3.13 pav. Strategija skirtingais apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų T_i atvejais Vilniaus mieste: a) į žaliasias zonas; b) į komercinės paskirties teritorijas; c) į rekreacinės paskirties teritorijas; d) į pramoninės paskirties teritorijas; e) į gyvenamosios paskirties teritorijas; f) rezervavimas miesto ateities reikmėms (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.13. The implementation of the Strategy in different cases of scenarios T_i for changes in brownfield land purpose in Vilnius: a) to green area; b) to commercial area; c) to recreational activity area; d) to industrial area; e) to residential area; f) to city's land reserve (created by author)

Mieste esančių AT paskirties keitimas į žaliasias zonas (T_1) labiausiai atitinka Žvėryno seniūnijos (D_{19}) aplinkos parametrus. Šiuo atveju šis scenarijus suteiks

daugiausia pridėtinės vertės ekologiniu požiūriu. Antroji pagal tinkamumą šiam scenarijui – Karoliniškių seniūnija (D_{14}). Trečioji – Justiniškių (D_9) seniūnija.

AT paskirties keitimas į komercinę (T_2) Vilniaus miesto atveju labiausiai atitinka Panerių (D_8) seniūnijos ekonominės grupės parametrus. Antroji ir trečioji pagal tinkamumą šiam AT scenarijui nustatytos kitos periferinėje miesto dalyje esančios seniūnijos – Rasos (D_1) ir Naujininkų (D_3).

Paskirties keitimas į rekreacines zonas (T_3) grįstas greta centrinės miesto dalies ir šiaurės vakarų bei šiaurės rytų periferinėse miesto dalyse esančių AT sutvarkymu. Labiausiai šio AT paskirties keitimo scenarijaus rodiklius $C_{E,U,S,N}$ atitinka Naujininkų (D_3), Pašilaičių (D_5) ir Naujosios Vilnios (D_7) seniūnijos gamtinės ir socialinės aplinkos parametrai. Atsižvelgiant į prioritetiškumo laipsnį Pr , AT paskirties keitimo procesai turi būti pradedami Naujininkų ir Pašilaičių, paskui Naujosios Vilnios seniūnijoje.

AT paskirties keitimas į pramoninę (T_4) gali būti taikomas Naujamiesčio (D_{12}), Naujininkų (D_3) ir Verkių (D_{13}) seniūnijose. Atsižvelgiant į pirminę AT paskirtį ir galimą paskirties keitimo potencialą ekonominiu požiūriu, šio AT scenarijaus prioritetinė kryptis yra pietryčių, pradedant nuo Naujamiesčio ir Naujininkų, seniūnijose esančių AT.

Remiantis atliktais skaičiavimais, AT paskirties keitimas į gyvenamąją (T_5) Vilniaus miesto atveju turi būti vykdomas šiaurinėje ir šiaurės vakarinėje miesto dalyse esančiuose gyvenamuosiuose mikrorajonuose, kuriems būdingas aukštas užstatymo intensyvumas. Šio AT scenarijaus rodiklius $C_{E,U,S,N}$ atitinka Justiniškių (D_9), Karoliniškių (D_{14}), Viršuliškių (D_{10}) ir Šnipiškių (D_6) seniūnijų socialinės aplinkos parametrai. Remiantis nustatyto prioritetiškumo laipsniu, daugiausia dėmesio turi būti skiriama Viršuliškių ir Šnipiškių seniūnijoms. Šis sprendinys parodo, kad Vilniaus mieste gyvenamosios zonos turi koncentruotis į atskirų teritorinių bendruomenių formavimąsi ir patogaus susisiektimo su miesto centru išlaikymą.

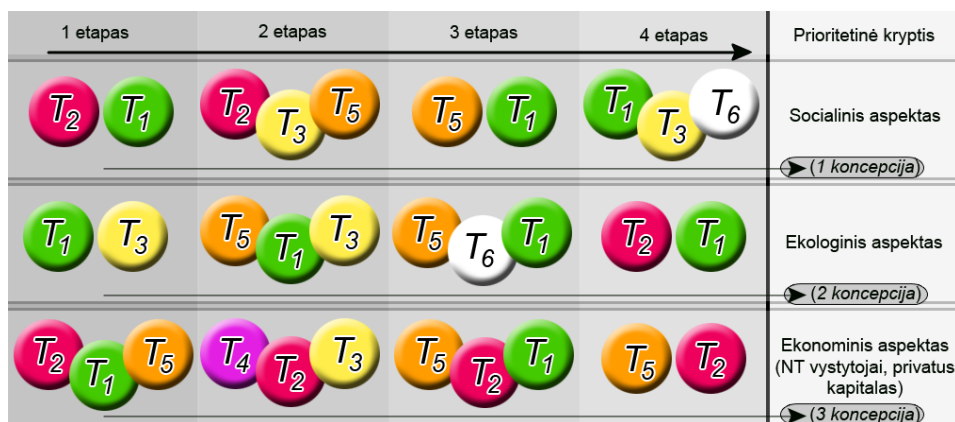
AT rezervavimu miesto ateities reikmėms (T_6) grindžiamas miesto teritorijų plėtos pristabdymas tose AT, kurios nagrinėjamu momentu yra ekonomiškai nenaudingos, neatitinka miesto plėtos savybių. Būtų naudingiau atidėti paskirties keitimo procesus, įvykus natūraliems miesto posistemių parametru pokyčiams ilgalaikėje 5–10 metų perspektyvoje. Skaičiavimai parodė, kad labiausiai tokios plėtos bruožus atitinka Panerių (D_8), Naujininkų (D_3) ir Rasų (D_1) seniūnijos.

Nustačius skirtingiems strategijos scenarijams tas pačias vienodo rango seniūnijas, AT paskirties keitimas turi būti paskirstytas tolygiai nustatytiems scenarijams. Pavyzdžiui, Panerių seniūnija (D_8) pagal skaičiavimų rezultatus yra tinkama įgyvendinant AT paskirties keitimą į komercinę (T_2), taip pat AT atidėjimą miesto rezervui (T_6). Tokiu atveju apytikriai 50 % turi būti taikomas T_2 ir likusiems 50 % – T_6 sprendinys. Proporcijos turi būti nustatomos arba tikslinamos atliekant papildomą ekspertizę vietovės lygmeniu. Taip pat, esant tokiam atvejui, šeštasis strategijos sprendinys laikomas silpniausio prioriteto negu pirmieji penki.

3.5.5. Integruoti skirtingų apleistų teritorijų paskirties keitimo scenarijų deriniai pagal planavimo pobūdį

AT sutvarkymo koncepcija turi būti parenkama (2.23 pav.) atsižvelgiant į miesto ypatybes, apibrėžtas prioritетines strateginio planavimo gaires ir atliktą geostatistinę analizę. Kiekvienas koncepcijos etapas turi būti vykdomas vienas po kito, pradedant nuo turinčio didžiausią prioritetą.

Esant apibrėžtomis strateginio planavimo prioritetinėms kryptims ir atsižvelgus į gautus sprendimų priėmimo rezultatus, pasiūlyti integruoti AT paskirties keitimo scenarijų rinkiniai, įgyvendinti unikaliomis miesto sąlygomis (3.12 pav.).



3.14 pav. Pasiūlyti apleistų teritorijų sutvarkymo koncepcijoms įgyvendinti integruoti paskirties keitimo sprendiniai (sudaryta autoriaus)

Fig. 3.14. The suggested integrated solutions for changes in the purpose of implementing the concepts of brownfield redevelopment (created by author)

1-oje koncepcijoje ši strategijos veikimo kryptis nukreipta į socialinės aplinkos gerinimą socialiai jautriausiose miesto vietovėse. Šiuo atveju pirmuoju etapu keičiama AT paskirtis didžiausiu kriminogeniniu aktyvumu pasižyminčiose miesto vietose į komercinę paskirtį (T_2) ir žaliųjų erdvių teritorijų paskirtį (T_1). Centrinėse miesto teritorijose siūloma AT paskirtį pakeisti į mišrią teritorijų paskirtį, kur dominuoja komercinės (T_2), rekreacinės (T_3) ir gyvenamosios paskirties (T_5) teritorijos. Trečiuoju etapu toliau nuo miesto centro esančiose pramoninės paskirties teritorijose siūloma mažesnės apimties AT paskirtį keisti į žaliųjų erdvių (T_1) ir gyvenamosios paskirties teritorijų paskirtį (T_5). Ketvirtuoju etapu, siekiant apsaugoti miesto žaliąjį žiedą, AT turi būti transformuojamos į žaliąsias (T_1) ir rekreacines (T_3) zonas arba paliekamos miesto rezervo reikmėms.

2-oje koncepcijoje ši strategijos veikimo kryptis nukreipta į ekologinės aplinkos gerinimą didžiausios esamos arba potencialios taršos miesto vietose. Šioje koncepcijoje atkreipiamas ypatingas dėmesys į žaliųjų miesto zonų apsaugą ir rekreacinių erdvių vystymą visais koncepcijos įgyvendinimo etapais. Atkreipiamas dėmesys, kad žaliosios erdvės planuojamos keičiant AT paskirtį kompleksiskai kartu su komercinės paskirties teritorijomis, kad būtų padidintas teritorijos matomumas viešojo saugumo prevencijos tikslais paskutiniame koncepcijos įgyvendinimo etape. Laikantis koncepcijos gairių, žaliosios zonos ($T_{1,3}$) turi būti planuojamos kartu su gyvenamųjų zonų plėtra. Tai reiškia, kad gyvenamųjų zonų prieigose arba pasiekiamumo spindulio ribose dėl urboekologinės funkcijos ši koncepcija turi būti įgyvendinama aukštu prioritetu. Vietovėse, kuriose yra pakankamai žaliųjų plotų, šiai funkcijai tinkamos AT turi būti sutvarkomos kaip rezervinė teritorija vystyti žaliąsias ir rekreacines teritorijas ateityje (T_6).

3-ioje koncepcijoje ši strategijos veikimo kryptis nukreipta į ekonomiškai patrauklias naujam gyvenamojo ir komercinio NT vystymui miesto vietas. Pagrindinis dėmesys skiriamas komercinių teritorijų vystymui (T_2) esamose AT. Centrinėse ir teritorinių bendruomenių veikimo zonose šios koncepcijos sprendiniai derinami atsižvelgiant į žaliųjų plotų skaičių ir prieinamumą. Todėl prireikus dalis AT turi būti keičiamos į žaliąsias ir rekreacines zonas ($T_{1,3}$) užtikrinant urboekologinės funkcijos veikimą gyvenamųjų ir didžiausiu oro ir garso taršos lygiu pasižyminčiose teritorijų prieigose. Šios koncepcijos įgyvendinimas pasižymi daugiafunkčių teritorijų plėtra didžiausių gyventojų susibūrimo prieigos zonose (centrinė miesto dalis, teritorinių bendruomenių, rajonų centrai), šalia gyventojų srautus generuojančių traukos centrų. Ši koncepcija yra pagrindinė priemonė kompaktiško miesto modeliui kurti, išaugant miesto formą ir naudojant esamą socialinę bei inžinerinę infrastruktūrą rekreacinių, komercinių ir gyvenamųjų erdvių prieigos zonose.

3.6. Trečiojo skyriaus išvados

1. Apskaičiuoti koreliacijos koeficientai išryškino stiprų priežastinį ryšį tarp apleistų teritorijų ir socialinę aplinką apibūdinančių rodiklių ($Det_{vid,CS} = 0,526$).
2. Naudojantis atlikta mokslinės literatūros analize ir taikant ekspertinio vertinimo metodą, sudaryta hierarchinė ankstyvųjų apleistų teritorijų rodiklių sistema. Šios sistemos galutinėje grandyje atrinkta 15 svarbiausių rodiklių. Jie suskirstyti į keturias grupes pagal ekonominę, socialinę, urbanistinę ir ekologinę poveikį.

3. Taikant *Delphi* metodiką, nustatytos svarbiausios apleistas teritorijas apibūdinančių rodiklių grupės paskirties keitimo scenarijams įgyvendinti. Didžiausią įtaką apleistų teritorijų paskirties keitimui į žaliąsias erdves turi ekologinės grupės rodikliai, keitimui į komercinių erdvių paskirtį – ekonominės grupės, sporto aikštynų ir (arba) aktyvaus laisvalaikio zonų – socialinės ir urbanistinės grupės, gyvenamųjų zonų – socialinės grupės rodikliai. Planuojant apleistas teritorijas kaip potencialias žemes miesto ateities reikmėms (dabartinis rezervas), svarbiausia įvertinti vietinius gamtinius ir urbanistinius rodiklius.
4. Pritaikius daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus Vilniaus miesto atveju, skaičiavimais pagrįsti apleistų teritorijų paskirties keitimo sprendiniai: komercinių teritorijų plėtrą numatyti Panerių, Rasų ir Naujininkų seniūnijose; pramoninių teritorijų plėtrą – Naujamiesčio, Naujininkų ir Verkių seniūnijose, strategijos įgyvendinimą pradedant nuo Naujininkų ir Verkių; gyvenamųjų teritorijų plėtra turi būti plėtojama Justiniškių, Karoliniškių ir Viršuliškių seniūnijose. Mišrios paskirties teritorijas planuoti Rasų ir Naujininkų seniūnijose tolygiai paskirstant komercines ir pramonines teritorijas.
5. Mokslinė apleistų teritorijų rodiklių analizė, sudarė sąlygas apibrėžti šešis detalizuotus Vilniaus miesto apleistų teritorijų paskirties keitimo strategijų sprendinius. Remiantis parengta strategija, apibrėžtos gairės, kuriomis remiantis apleistas teritorijas galima panaudoti kaip rezervines teritorijas, žaliąsias zonas, komercinės, rekreacinės, pramoninės ar gyvenamosios paskirties teritorijas. Tai leidžia objektyviau vertinti esamas ir būsimas apleistas teritorijas, parinkti tinkamiausius paskirties keitimo scenarijus ir juos pritaikyti kompleksiniuose teritorijų planavimo dokumentuose (bendruose ir detaliuose planuose).

Bendrosios išvados

1. Atlikus mokslinės literatūros ir teritorijų planavimo reglamentų analizę, išryškinta apleistų teritorijų tikslingo panaudojimo problema. Matyti, kad apleistų teritorijų paskirties keitimo sprendimo įgyvendinimą apsunkina teritorijų ribų neapibrėžtumas ir skirtingai literatūros šaltiniuose naudojamos sąvokos šioms teritorijoms apibūdinti. Dėl šios priežasties apleistų teritorijų paskirties keitimo galimybės vertintos tik atskirais atvejais. Atsižvelgus į analizės rezultatus, pasiūlytas apleistos teritorijos apibrėžimas ir rūšys.
2. Išnagrinėjus mokslinėje literatūroje ir reglamentuose pateiktus apleistų teritorijų apibrėžimus, tvarkymo praktiką ir rekomendacijas, iš 152 skirtingų rodiklių, susietų pagal naudojimo prasmę ir poveikį, sudaryta hierarchinė rodiklių sistema. Atlikus rodiklių apžvalgą, joje atrinkti 15 rodiklių, pagal kuriuos apleistos teritorijos mieste gali būti vertinamos ir palyginamos tarpusavyje.
3. Atlikta geostatistinė analizė parodė, kad apleistų teritorijų kiekis skiriasi nuo oficialiai skelbiamų duomenų. Priklausomai nuo atskirose miesto seniūnijose esančio funkcinio nevienalytiškumo, apleistos teritorijos plotas skiriasi net iki 40 kartų.

4. Įrodytas priežastinis ryšys tarp apleistų teritorijų vietos mieste ir šias teritorijas apibūdinančių rodiklių reikšmių seniūnijose. Nustatyti svarbiausi veiksniai, skatinantys apleistų teritorijų plėtrą. Koreliacinės analizės ir rodiklių savųjų svorių skaičiavimai parodė, kad didžiausiu priežastiniu ryšiu pasižymi socialinės grupės rodikliai ($R = 0,526$). Iš jų, stipriausias koreliacinis ryšys nustatytas tarp nedarbo lygį ($R = 0,85$), skurstančių gyventojų skaičių ($R = 0,83$) ir nusikalstamumo lygį seniūnijose ($R = 0,83$) apibūdinančių rodiklių.
5. Pritaikius daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus, nustatyti svarbiausi apleistų teritorijų rodikliai, kurie padeda priimti sprendimus dėl paskirties keitimo scenarijaus įgyvendinimo. Skaičiavimai atskleidė, kad urbanistinių rodiklių grupė daro didžiausią įtaką sprendimų priėmimui keisti apleistų teritorijų paskirtį ($\omega\% = 26,7\%$). Keičiant jų paskirtį į gyvenamosios zonos paskirtį, svarbiausi tampa socialinės grupės rodikliai ($\omega\% = 34,08\%$).
6. Pritaikius daugiarodiklius sprendimų priėmimo metodus, pasiūlytas būdas nustatyti tinkamiausias miesto dalis apleistų teritorijų scenarijams įgyvendinti. Apskaičiuoti įverčiai, nusakantys paskirties keitimo scenarijaus tinkamumą seniūnijoje. Taikant šį atrankos būdą nustatyta, kad Vilniaus miesto atveju, apleistų teritorijų paskirties keitimas į komercinės paskirties teritorijų paskirtį turi būti vykdomas Panerių seniūnijoje ($\omega = 0,577$), keičiant į žaliųjų plotų paskirtį – Žvėryno ($\omega = 0,577$), į rekreacinės paskirties – Naujininkų ($\omega = 0,486$), į pramoninės paskirties – Pilaitės ($\omega = 0,510$), į gyvenamosios paskirties – Justiniškių ($\omega = 0,538$) seniūnijose. Miesto teritorijos rezervui plėtoti rekomenduojama naudoti Panerių seniūnijoje ($\omega = 0,589$) esančias apleistas teritorijas. Nustatyta, kad apleistų centrinės ir vidurinės daugiaaukščio užstatymo teritorijų paskirtis turi būti keičiama į mišrių daugiafunkčių teritorijų paskirtį.
7. Disertacijos pagrindu parengta unikali apleistų teritorijų paskirties keitimo vertinimo metodika, kuri leidžia derinant pradines rodiklių reikšmes ir galimus jų paskirties keitimo scenarijus koreguoti apleistų teritorijų atrankos modelį bei ją taikyti pasirinktam miestui.

Literatūra ir šaltiniai

- Abdullahi, S.; Pradhan, B. 2015. Sustainable Land Use Change Modelling Using GIS-based Weights-of-Evidence Approach. *Applied Spatial Analysis and Policy* 9(1). DOI: <https://doi.org/10.1007/s12061-015-9139-1>.
- Adams, D.; De Sousa, C.; Tiesdell, S. 2010. Brownfield development: A comparison of North American and British approaches, *Urban studies* 47(1): 75–104. Prieiga per internetą: <https://www.gla.ac.uk/media/media_47883_en.pdf>.
- Alexandrescu, F.; Pizzol, L.; Zabeo, A.; Rizzo, E.; Giubilato, E.; Critto, A. 2018. Identifying sustainability communicators in urban regeneration: Integrating individual and relational attributes, *Journal of Cleaner Production* 173: 278–291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.076>.
- Aloini, D.; Dulmin, R.; Mininno, V.; Pellegrini, L.; Farina, G. 2018. Technology assessment with IF-TOPSIS: An application in the advanced underwater system sector, *Technological Forecasting and Social Change* 131:38–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.07.010>.
- Alvarez-Guerra, M.; Viguri, J.R.; Voulvoulis, N. 2009. A multicriteria-based methodology for site prioritisation in sediment management, *Environment International* 35(6): 920–930. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.03.012>.
- Antucheviciene, J.; Zakarevicius, A.; Zavadskas, E. K. 2011. Measuring congruence of ranking results applying particular MCDM methods, *Informatica* 22(3): 319–338.
- Antucheviciene, J.; Zavadskas, E. K.; Zakarevicius, A. 2012. Ranking redevelopment decisions of derelict buildings and analysis of ranking results, *Journal of Economic computation and economic cybernetics studies and research* 46(2): 37–62.
- ArcGIS Pro. 2016. What is a z-score? What is a p-value? [Žiūrėta 2018-07-07]. Prieiga per internetą: <<http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-statistics/what-is-a-z-score-what-is-a-p-value.htm>>.

Attoh-Okine, N. O.; Gibbons, J. 2001. Use of belief function in brownfield infrastructure redevelopment decision making, *Journal of Urban Planning and Development* 127: 126–143. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2001\)127:3\(126\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2001)127:3(126)).

Beames, A.; Broekx, S.; Heijungs, R.; Lookman, R.; Boonen, K.; Van Geert, Y.; Dendoncker, K.; Seuntjens, P. 2015. Accounting for land-use efficiency and temporal variations between brownfields remediation alternatives in life-cycle assesment, *Journal of Cleaner Production* 101: 109–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.073>.

Beames, A.; Broekx, S.; Schneidewind, U.; Landuyt, D.; Meulen, M.; Heijungs, R.; Seuntjens, P. 2018. Amenity proximity analysis for sustainable brownfield redevelopment planning, *Landscape and Urban Planning* 171: 68–79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.12.003>.

BenDor, T. K.; Metcalf, S. S.; Paich, M. 2011. The Dynamics of Brownfield Redevelopment, *Sustainability* 3(6), 914–936. DOI: 10.3390/su3060914.

Benkirane, M. 2016. Geographical Database, [žiūrėta 2016-12-04]. Prieiga per internetą: <<http://slideplayer.com/slide/4945014>>.

Bertoméu-Sánchez, S.; Camos, D.; Estache, A. 2018. Do economic regulatory agencies matter to private-sector involvement in water utilities in developing countries?, *Utilities Policy* 50: 153–163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.01.001>.

Blanco, H.; Alberti, M.; Olshansky, R.; Chang, S.; Wheeler, S. M.; Randolph, J.; London, J. B.; Hollander, J. B.; Pallagst, K. M.; Schwarz, T.; Popper, F. J.; Parnell, S.; Pieterse, E.; Watson, V. 2009. Shaken, shrinking, hot impoverished and informal: emerging research agendas in planning, *Progress in Planning* 72(4): 195–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2009.09.001>.

Blotnys, A. 2013. Vilniaus būstas planuose ir įgyvendintuose projektuose. Darniosios Plėtros Akademija, [žiūrėta 2014-11-25]. Prieiga per internetą: <<http://dpakademija.lt/stor/uploads/2013/07/Art%C5%ABras-Blotnys-Vilniaus-miesto-savivaldyb%C4%97-Vilniaus-b%C5%ABstas-%C4%AFgyvendinami-ir-planuojami-projektai.pdf>>.

Bolund, P.; Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics* 29(2): 293–301, [žiūrėta 2015-04-24]. Prieiga per internetą: <http://www.fao.org/uploads/media/Ecosystem_services_in_urban_areas.pdf>.

Burinskienė, M.; Jakovlevas-Mateckis, K.; Adomavičius, V. 2003. *Subalansuota miestų plėtra*. Vilnius: Technika, 251 p. ISBN 9986056640.

Bürger, C. M.; Bayer, P.; Finkel, M. 2007. Algorithmic funnel-and-gate system design optimization, *Water Resources Research* 43 (W08426): 1–19. DOI: 10.1029/2006WR005058.

Butkus, T. S. 2011. *Miestas kaip įvykis. Urbanistinė kultūrinių funkcijų studija*. Vilnius: Kitos knygos, 123 p. ISBN 9786094270352.

CABERNET (Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration). 2007. The Scale and Nature of European Brownfields, [žiūrėta 2014-03-21]. Prieiga per internetą: <www.cabernet.org.uk/resourcefs/417.pdf>.

CEEP. 2014. Brownfields: From Redevelopment to Revitalization, [žiūrėta 2015-11-11]. Prieiga per internetą: <<http://ceep.udel.edu/?s=Brownfields%3A+From+Redevelopment+to+Revitalization>>.

Centrinė projektų valdymo agentūra [Central Project Management]. 2014, [žiūrėta 2014-10-22]. Prieiga per internetą: <<http://www.ppplietuva.lt/projektai>>.

Céspedes Restrepo, J.; Morales-Pinzón, T. 2018. Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research perspectives, *Resources, Conservation and Recycling* 131: 216–224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.023>.

Chen, W.; Peng, J.; Hong, H.; Shahabi, H.; Pradhan, B.; Liu, J.; Zhu, A.; Pei, X.; Duan, Z. 2018. Landslide susceptibility modelling using GIS-based machine learning techniques for Chongren

County, Jiangxi Province, China, *Science of The Total Environment* 626: 1121–1135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.124>.

Chiesura, A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning* 68 (1): 129–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003>.

Chrysochoou, M.; Brown, K.; Dahal, G.; Granda-Carvajal, C.; Segerson, K.; Garrick, N.; Bagtzoglou, A. 2012. A GIS and indexing scheme to screen brownfield for area-wide redevelopment planning, *Landscape and Urban Planning* 105: 187–198. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.12.010>.

Copraman project. 2012. [online], [cited 3 May 2015]. Internet access: <http://cobraman.vsb.cz>.

Couch, Ch.; Sykes, O.; Börstinghaus, W. 2011. Thirty years of urban regeneration in Britain, Germany and France: The importance of context and path dependency, *Progress in Planning* 75(1): 1–52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2010.12.001>.

Critto, A.; Cantarella, L.; Carlon, C.; Giove, S.; Petruzzelli, G.; Marcomini, A. 2006. Decision support-oriented selection of remediation technologies to rehabilitate contaminated sites, *Integrated environmental assessment and management* 2(3): 273–285.

CTLS. 2011. Reversing Urban Sprawl: A Reclaimability Index Approach for Reviving Downtown Brownfields, [online], [žiūrėta 2015-10-11]. Prieiga per internetą: <http://www.ctls.uconn.edu/research/completed-projects>.

Čekanavičius, V.; Murauskas, G. 2004. *Statistika ir jos taikymai. II*. Vilnius: TEV, 271 p. ISBN 9955491167.

Černiauskas, Š. 2014. Aukso vertės laukymė miesto pakraštyje: Vilniaus valdžia netiki savo akimis, *Delfi.lt.*, [žiūrėta 2015-02-10]. Prieiga per internetą: <http://www.delfi.lt/news/daily/lit-huania/aukso-vertes-laukyme-miesto-pakrastyje-vilniaus-vald-zia-netiki-savo-akimis.d?id=66067032>.

De Meirleir, M. 2012. *Location, Location, Location. A plant Location and Site Selection Guide*. Abingdon: Routledge, 184 p. ISBN 9781136409035.

De Vivo, B.; Lima A. 2018. Chapter 15 – The Bagnoli-Napoli Brownfield Site in Italy: Before and After the Remediation, *Environmental Geochemistry (Second Edition)*, Site Characterization, Data Analysis and Case Histories: 389–416. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63763-5.00008-2>.

Deilmann, C.; Hennersdorf, J.; Lehmann, I.; Reißmann, D. 2018. Data envelopment analysis of urban efficiency – Interpretative methods to make DEA a heuristic tool, *Ecological Indicators* 84: 607–618. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.017>.

Del Sasso, P.; Caliendo, L. P. 2010. The role of historical agroindustrial buildings in the study of rural territory, *Landscape and Urban Planning* 96(3): 146–162. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2010.03.003](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.03.003).

Donaldson, R., Lord, R. 2018. Can brownfield land be reused for ground source heating to alleviate fuel poverty?, *Renewable Energy* 116(A): 344–355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.037>.

Dotzour, M. 2002. Groundwater contamination and residential property values, in: Roddewig, R. J. (Ed.). *Valuing Contaminated Properties*. Illinois: The Appraisal Institute, 398–405. ISBN 9780922154715.

Doumpos M.; Zopounidis C. 2002. *Multicriteria decision aid classification methods*. Berlin: Springer Science & Business Media, 256 p. ISBN 9781402008054.

Drėmaitė, N. 2004. Fabrikas kaip modernizmo architektūros simbolis, *Urbanistika ir Architektūra* 28(1): 25–31.

Duerr, I.; Merrill, H.; Wang, C.; Bai, R.; Boyer, M.; Dukes, M.D.; Bliznyuk, N. 2018. Forecasting urban household water demand with statistical and machine learning methods using large space-

time data: A Comparative study, *Environmental Modelling & Software* 102: 29–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.01.002>.

EPA's Smart Growth Index in 20 Pilot Communities. 2003. Using GIS Sketch Modelling to Advance Smart Growth [online], [žiūrėta 2015-10-05]. Prieiga per internetą: <<http://www2.epa.gov/smart-growth/smart-growthindex>>.

Eremenko, K. 2018. Confident Data Skills. Great Britain: Kogan Page, 257 p.

Erener, A.; Mutlu, A.; Düzgün, S. 2016. A comparative study for landslide susceptibility mapping using GIS-based multi-criteria decision making analysis (MCDA), logistic regression (LR) and association rule mining (ARM), *Energy Geology, Special Issue on Probabilistic and Soft Computing Methods for Engineering Geology* 203: 45–55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2015.09.007>.

Ertel, T.; Schug, B.; Geffers, G. 2008. REVIT – Revitalising Industrial Sites. Towards More Effective and Sustainable Brownfields Revitalisation Policies, *Proceedings of ConSoil 2008*, Milan.

EUGRIS: Portal for soil and water management in Europe. 2005. REVIT Towards more effective and sustainable brownfield revitalisation policies. European Commission, 5th Framework Programme, [online], [žiūrėta 2017-12-22]. Prieiga per internetą: <<http://www.eugris.info/displayproject.asp?Projectid=4509>>.

European Commission. 2010. Regions for economic change conference 2010. Workshop on Re-using Brownfields Sites and Buildings, 21 May 2010, Brussels.

European Commission. 2013. Thematic Issue: Brownfield Regeneration. Issue 39, [online], [cited 11 May 2017]. Internet access: http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/39si_en.pdf.

Frantal, B.; Greer-Wootten, B.; Klusaček, P.; Krejčí, T.; Kunc, J.; Martinat, S. 2015. Exploring spatial pattern of urban brownfields regeneration: The case of Brno, Czech Republic, *Cities* 44: 9–18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2014.12.007>.

Garcia-Ayllon, S. 2018. Urban transformations as indicators of economic change in post-communist Eastern Europe: Territorial diagnosis through five case studies, *Habitat International* 71: 29-37. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.11.004>.

Garcia-Palomares, J. C.; Gutiérrez, J.; Mínguez, C. 2016. Identification of tourist hot spots based on social networks: A comparative analysis of European metropolises using photosharing services and GIS, *Applied Geography* 63: 408–417. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.08.002>.

Geddes, R.R., Reeves, E. 2017. The favourability of U.S. PPP enabling legislation and private investment in transportation infrastructure, *Utilities Policy* 48: 157–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2017.07.002>.

Ginevicius, R.; Podvezko, V.; Podvieszko, A. 2012. Evaluation of Isolated Socio-Economical Processes by a Multi-Criteria Decision Aid Method ESP, in: Ginevicius, R.; Rutkauskas, A. V.; Stankeviciene, J. (eds.). *The 7th International Scientific Conference Business and Management'2012. Selected papers*. Vilnius: Technika, 1083–1088.

Ginevicius, R.; Podvezko, V.; Podvieszko, A.; Ginevicius, T. 2013. On Creating a System of Criteria for Multiple Criteria Evaluation Using Methods of Mathematical Statistics, in: Zavadskas, E. K.; Vilutiene, T.; Tamosaitiene, J. (Eds.). *The 14th German-Lithuanian-Polish colloquium on Innovative solutions in construction technology and management*. Vilnius: Technika.

GIS Resources. 2014. Types of Interpolation Methods, [žiūrėta 2017-12-23]. Prieiga per internetą: <http://www.gisresources.com/types-interpolation-methods_3>.

Glumac, B.; Han, Q.; Schaefer, W.; van der Krabben, E. 2015. Negotiation issues in forming public-private partnerships for brownfield redevelopment: Applying a game theoretical experiment, *Land Use Policy* 47: 66–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.018>.

- Green, K. C.; Armstrong, J. S.; Graefe, A. 2007. Methods to elicit forecast from groups: Delphi and prediction markets compared. *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting* 8(1): 17–20.
- Green, T.L. 2018. Evaluating predictors for brownfield redevelopment, *Land Use Policy* 73: 299–319. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.008>.
- Grimsey, D.; Lewis, M.K. 2002. Evaluating the risks of public private partnerships for infrastructure projects, *International Journal of Project Management* 20: 107–118. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(00\)00040-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(00)00040-5).
- Griškevičiūtė-Gečienė, A., Griškevičienė, D. 2016. The Influence of Transport Infrastructure Development on Sustainable Living Environment in Lithuania, *Procedia Engineering* 134: 215–223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.062>.
- Gudienė, N.; Banaitis, A.; Podvezko, V.; Banaitienė, N. 2014. Identification and evaluation of the critical success factors for construction projects in Lithuania: AHP approach, *Journal of Civil Engineering and Management* 20(3): 350–359. DOI: <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.914082>.
- Guzmán, F.; Sierra, V. 2012. Public–private collaborations: Branded public services? *European Journal of Marketing* 46 (7/8): 994–1012. DOI: <https://doi.org/10.1108/03090561211230160>.
- Habibi, A.; Jahantigh, F. F.; Sarafrazi, A. 2015. Fuzzy Delphi Technique for Forecasting and Screening Items, *Asian Journal of Research in Business Economics and Management* 5(2): 130–143. DOI: 10.5958/2249-7307.2015.00036.5.
- Håkansson, I. 2017. The socio-spatial politics of urban sustainability transitions: Grassroots initiatives in gentrifying Peckham, *Environment Innovation and Societal Transitions*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.10.003>.
- Hallsworth, A.; Coca-Stefaniak, J.A. 2018. National high street retail and town centre policy at a cross roads in England and Wales in *Cities*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.03.002>.
- HOMBRE. 2013. Holistic Management of Brownfield Regeneration Early Indicators for Brownfield origination. 7th EC Framework Programme, [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: <<http://www.zerobrownfields.eu>>.
- Hwang, C. L.; Lin, M.-J. 1987. *Group Decision Making under Multiple Criteria: Methods and Applications*. Berlin–Heidelberg: Springer, 400 p. ISBN 9783642615801.
- Hwang, C. L.; Yoon, K. 1981. *Multiple attribute decision-making methods and applications. A state of the art survey*, Berlin: Springer–Verlag, 269 p. ISBN 9783540105589.
- Jackson, J. B.; Finka, M.; Hermann, G.; Kliučininkas, L.; Lemešenoka, N.; Petriková, D.; Pletnická, J.; Teirumnieks, E.; Velykienė, D.; Vojvodíková, B.; Zahnašová, M.; Zubková, M. 2010. *Apleistos teritorijos – Vadovas: Tarp-disciplininė mokomoji priemonė, skirta apleistų teritorijų atstatymui Latvijoje ir Lietuvoje*. Ostrava: Ostravos technikos universitetas, 131 p.
- Jacquet-Lagrange, E.; Siskos, J. 1982. Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method, *European journal of operational research*, 10(2): 151–164. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(82\)90155-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(82)90155-2).
- Jakimavicius, M.; Burinskiene, M.; Gusaroviene, M.; Podvieszko, A. 2016. Assessing multiple criteria for rapid bus routes in the public transport system in Vilnius, *Public Transport* 8(3): 365–385. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12469-016-0146-7>.
- Kaklauskas, A.; Zavadskas, E. K.; Bardauskienė, D. 2012. *Darnus nekilnojamojo turto vystymas*. Vilnius: Technika, 880 p. ISBN 9786094571985.
- Kaufman, M. M.; Rogers, D. T.; Murray, K. S. 2005. An empirical model for estimating remediation costs at contaminated sites, *Water, Air, and Soil Pollution* 167: 365–386. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11270-005-0214-0>.

- Keller, S. 2011. Social Psychology and Philosophy: Problems in Translation, *Nous* 45(4): 776–791. DOI: 10.1111/j.1468-0068.2010.00818.x.
- Kendall, M. G. 1975. *Rank Correlation Methods*, 4th. edition. London: Charles Griffin, 272 p. ISBN 978–0195208375.
- Kendall, M. G.; Gibbons, J. D. 1990. *Rank correlation methods*. 5th ed. New York: Oxford University Press, 260 p. ISBN 9780195205725.
- Keshavarz Ghorabae, M.; Zavadskas, E. K.; Olfat, L.; Turskis, Z. 2015. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS), *Informatica* 26(3): 435–451. DOI: <http://dx.doi.org/10.15388/Informatica.2015.57>.
- Kilgour, D. M.; Chen, Y.; Hipel, K. W. 2010. Multiple Criteria Approaches to Group Decision and Negotiation, in: Ehrgott, M.; Figueira, J. R.; Greco, S. (Eds.). *Trends in Multiple Criteria Decision Analysis*. Boston: Springer, 317–338. ISBN 9781441959041.
- Kimmelman, M. 2014. The Climax in a Tale of Green and Gritty. The High Line Opens Its Third and Final Phase. *The New York Times*, [žiūrėta 2015-07-12]. Prieiga per internetą: <<https://www.nytimes.com/2014/09/20/arts/design/the-high-line-opens-its-third-and-final-phase.html>>.
- Klusáček, P.; Alexandrescu, F.; Osman, R.; Malýa, J.; Kunc, J.; Dvořák, P.; Frantál, B.; Havlíček, M.; Krejčí, T.; Martinát, S.; Skokanová, H.; Trojan, J. 2018. Good governance as a strategic choice in brownfield regeneration: Regional dynamics from the Czech Republic, *Land Use Policy* 73: 29–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.007>.
- Koch, F., Bilke, L., Helbig, C., Schlink, U. 2018. Compact or cool? The impact of brownfield redevelopment on inner-city micro climate, *Sustainable Cities and Society* 38: 31–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.021>.
- Koppenjan, J. F. M.; Enserink, B. 2009. Public–private partnerships in urban infrastructures: reconciling private sector participation and sustainability, *Public Administration Review* 69: 84–296. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2008.01974.x>.
- Krejčí, T., Dostál, I., Havlíček, M., Martinát, S. 2016. Exploring the hidden potential of sugar beet industry brownfields (case study of the Czech Republic), *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 46:284–297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.04.006>.
- Kuliešis, G.; Šalengaitė, D.; Kozlovskaja, A. 2011. *Apleista Žemė: problemos ir sprendimo būdai. Mokslo studija*. Vilnius: Lietuvos Agrarinės Ekonomikos Institutas, 53 p. ISBN 9789955481256.
- Kumar, L., Jindal, A., Velaga, N.R. 2018. Financial risk assessment and modelling of PPP based Indian highway infrastructure projects, *Transport Policy* 65: 2–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.010>.
- Lange, D. A., McNeil, S. 2004. Brownfield development: tools for stewardship, *Journal of Urban Planning and Development* 130(2): 109–116. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2004\)130:2\(109\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2004)130:2(109)).
- Laprise, M., Lufkin, S., Rey, E. An operational monitoring tool facilitating the transformation of urban brownfields into sustainable neighborhoods, *Building and Environment* (Available online 5 June 2018). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.06.005>.
- Laurinėnaitė-Šimelevičienė, J. 2012. Išsiplėtusi viešoji Lietuvos infrastruktūra – ne mūsų kišenei? *Veidas* 38(2012-09-17).
- Leitanaitė, R. 2010. Post-industrinis scenarijų mezginyss prie Vilniaus senamiesčio, [žiūrėta 2016-05-11]. Prieiga per internetą: <<http://old.architektusajunga.lt/skaitiniai/scenariju-mezginyss-post-industrinei-demei-prie-vilniaus-senamiescio>>.
- Leitanaitė, R. 2007. Teritorijų konversija Vilniaus miesto kontekste pagal bendrojo plano 2015 metams sprendinius, *Urbanistika ir architektūra = Town Planning and Architecture* 31(3): 131–139.

- Li, X., Yang, H., Li, W., Chen, Z. 2018. Public-private partnership in residential brownfield redevelopment: case studies of Pittsburgh, *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction, Procedia Engineering* 145(2016): 1534–1540. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.193>.
- Lietuvos statistikos departamentas. 2018. Tarptautinė ir vidaus migracija, [žiūrėta 2018-05-27]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=ac45e880-2912-4156-b678-040dc9eed305#>.
- Limasset, E., Pizzol, L., Merly, C., Gatchett, A.M., Le Guern, C., Martinat, S., Klusáček, P., Bartke, S. 2018. Points of attention in designing tools for regional brownfield prioritization, *Science of The Total Environment* 622–623: 997–1008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.168>.
- Ling, K. 2008. Exploring the Potential Application of Brownfield Redevelopment in Dalian, China; Based on Municipal Experiences in Ontario, Canada. A thesis. Waterloo: University of Waterloo.
- Linkov, I., Satterstrom, F. K.; Kiker, G.; Batchelor, C.; Bridges, T.; Ferguson, E. 2006. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: recent developments and applications, *Environment International* 32: 1072–1093. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.06.013>.
- Liverpool City Council. 2011. Key statistic and data. Cencus, [žiūrėta 2016-12-14]. Prieiga per internetą: <http://liverpool.gov.uk/council/key-statistics-and-data/census>.
- Liverpool City Region: Local Enterprise Partnership. 2016. Liverpool City Region Innovation Plan. 2014-2020, [žiūrėta 2016-03-17]. Prieiga per internetą: <https://www.liverpoollep.org/wp-content/uploads/2015/06/wpid-lcr-innovation-plan-draft2014.pdf>.
- Loures, L.; Vaz.; E. 2018. Exploring expert perception towards brownfield redevelopment benefits according to their typology, *Habitat International* 72: 66–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.11.003>.
- LR Aplinkos ministerija. 2014. Įsakymas dėl teritorijų planavimo normų patvirtinimo, [žiūrėta 2014-01-02]. Prieiga per internetą: <https://www.etar.lt/rs/legalact/cb52bff0783311e38f91e65596-0bc309/transcript>.
- Lwin, K. K.; Murayama Y.; Mizutani, C. 2012. Quantitative versus Qualitative Geospatial Data in Spatial Modelling and Decision Making, *Journal of Geographic Information System* 4(3): 237–241. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/jgis.2012.43028>.
- MacCrimmon, K.R. 1968. Descriptive and Normative Implications of the Decision-Theory Postulates, *Risk and Uncertainty*: 3–32. *International Economic Association Conference Volumes*: 1–50. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-349-15248-3_1.
- Maliene, V.; Durney-Knight, N.; Sertysisilik, B.; Malys, N. 2012. Challenges and Opportunities in Developing Sustainable Communities in the North West of England, *Challenges* 3: 133–152. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/challe3020133>.
- Maliene, V.; Wignall, L.; Malys, N. 2012. Brownfield Regeneration: Waterfront Site Development in Liverpool and Cologne, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 20(1): 5–16. DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2012.659030>.
- Marinescu, E. I.; Avran, S. 2011. Evaluation of urban fragmentation in Craiova city, Romania, *Procedia Environmental Sciences* 14(2012): 207–215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.03.020>.
- Markevicius, N.; Podvieszko, A. 2014. Trademarks, trade names and brands as a measure of local, regional and global competition, in: Loster T.; Pavelka T. (Eds.). *The 8th International Days of Statistics and Economics, Prague, September 11–13, 2014, Conference Proceedings*. Prague: University of Economics, 1006–1015. ISBN 9788087990025.

- Martinat, S.; Dvorak, P.; Frantal, B.; Klusacek, P.; Kunc, J.; Navratil, J.; Osman, R.; Tureckova, K.; Reed, M. 2016. Sustainable urban development in a city affected by heavy industry and mining? Case study of brownfields in Karvina, Czech Republic, *Journal of Cleaner Production* 118: 78–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.029>.
- Martinat, S., Navratil, J., Hollander, J.B., Trojan, J., Klapka, P., Klusacek, P., Kalok, D. 2018. Re-use of regenerated brownfields: Lessons from an Eastern European post-industrial city, *Journal of Cleaner Production* 188: 536–545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.313>.
- Mathey, J., Arndt, T., Banse, J., Rink, D. Public perception of spontaneous vegetation on brownfields in urban areas – Results from surveys in Dresden and Leipzig (Germany), *Urban Forestry & Urban Greening* 29: 384–392. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.007>.
- Masson, V. 2018. Impacts of Global Changes in Cities, *Encyclopedia of the Anthropocene* 2: 467–474. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809665-9.09773-1>.
- Matos, P.V.; Cardadeiro, E.; Amando da Silva, J.; Fernanes De Muylder, C. 2018. The use of multi-criteria analysis in the recovery of abandoned mines: a study of intervention in Portugal, *RAUSP Management Journal* 53(2): 214–224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rauspm.2017.06.005>.
- Matulevičius, K.; Šliogerienė, J. 2011. Industrinių teritorijų konvercija: užsienio šalių praktika, iš: 14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2011 metų teminės konferencijos „Statyba“ straipsnių rinkinys. Vilnius: Technika. ISBN 9789955289296.
- Mekdjian, S. 2018. Urban activism and migrations. Disrupting spatial and political segregation of migrants in European cities, *Cities* 77: 39–48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.05.008>.
- Melander, L. 2018. Scenario development in transport studies: Methodological considerations and reflections on delphi studies, *Futures* 96: 68–78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.11.007>.
- Moldoveanu, M.; Franc, V. I. 2013. Urban regeneration and more opportunities for artistic expression and cultural consumption, *Procedia Economic and Finance* 8 (2014): 490–496. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00118-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00118-X).
- Mostafavi, M. 2010. Why ecological urbanism? Why now? in Mostafavi, M.; Doherty, G. (Eds.). *Ecological Urbanism*. Baden: Lars Mueller Publishers, 12–56.
- Morio, M.; Schädler, S.; Finkel, M. 2013. Applying a multi-criteria genetic algorithm framework for brownfield reuse optimization: Improving redevelopment options based on stakeholder preferences, *Journal of Environmental Management* 130: 331–346. DOI: [doi:10.1016/j.jenvman.2013.09.002](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.09.002).
- Mozuriunaite, S. 2016. Technological Factors Determining Transformation of Urban Functions in Lithuanian Cities, *Procedia Engineering* 161: 1899–1903. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pro-eng.2016.08.748>.
- Mulliner, E.; Maliene, V. 2015. An Analysis of Professional Perceptions of Criteria Contributing to Sustainable Housing Affordability. *Sustainability* 2015, 7, 248–270. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/su7010248>.
- Navratil, J.; Pícha, K.; Martinat, S.; Knotek, J.; Kucera, T.; Balounova, Z.; White Baravalle Gilliam, V. L.; Svec, R.; Rajchard, J. 2013. A model for the identification of areas favourable for the development of tourism: a case study of the Sumava Mts. and South Bohemia tourist regions (Czech Republic), *Moravian Geographical Reports* 21(1): 25–40. DOI: <https://doi.org/10.2478/mgr-2013-0003>.
- Navratil, J., Pícha, K., Martinat, S., Nathanail, P. C., Tureckova, K., Holesinska, A. 2018. Resident's preferences for urban brownfield revitalization: Insights from two Czech cities, *Land Use Policy* 76: 224–234. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.013>.
- Newman, G.; Park, Y.; Brownman, A. M.; Jung Lee, R. 2018. Vacant urban areas: Causes and interconnected factors, *Cities* 72, part B: 421–429. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.10.005>.

Nishisato, S. 2004. Dual Scaling, in: Kaplan, D. (Ed.). *The SAGE Handbook of Quantitative Methodology for the Social Sciences*. Thousand Oaks: SAGE Publications, 3–25. ISBN 0761923594.

Norrman, J.; Volchko, Y.; Maring, L.; Hooimeijer, F.; Broekx, S.; Garc  o, R.; Beames, A.; Kain, J. H.; Ivarsson, M.; Touchant, K. 2015. *BALANCE 4P: Balancing decision for urban brownfield redevelopment*. Technical report of the BALANCE 4P project of the SNOWMAN Network coordinated call IV. Gothenburg: Chalmers University of Technology, [       2016-12-14]. Prieiga per internet  : http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/231843/local_231843.pdf.

Norvilait  , G. 2005. Statyb   bumas u  vert   darbu ir architektus, *Vakar   ekspresas*, [       2014-06-23]. Prieiga per internet  : <http://www.ve.lt/naujienos/ekonomika/ekonomikos-naujienos/statybu-bumas-uzverte-darbu-ir-architektus-394145>.

Osman, R.; Muli  ek, O. 2017. Urban chronopolis: Ensemble of rhythmized dislocated places, *Geoforum* 85: 46–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.07.013>.

Pakalnis, M. 2014. Konversija – mada ar nei  vengiamyb  ? [       2014-12-10]. Prieiga per internetą: <http://lntpa.lt/wp-content/uploads/2014/12/Mindaugas-Pakalnis-Konversija-mada-ar-neisvengiamybe.pdf>.

Palevicius, V.; Grigonis, V.; Podviezko, A.; Barauskaite, G. 2016. Developmental analysis of park-and-ride facilities in Vilnius, *PROMET – Traffic & Transportation* 28(2): 165–178. DOI: <http://dx.doi.org/10.7307/ptt.v28i2.1767>.

Palevicius, V.; Sivilevicius, H.; Podviezko, A.; Griskeviciute-Geciene, A.; Karpavicius, T. 2017. Evaluation of park and ride facilities at communication corridors in a middle-sized city, *Economic Computation & Economic Cybernetics Studies & Research* 51(2): 231–248.

Parfenova, L.; Pugachev, A.; Podviezko, A. 2016. Comparative analysis of tax capacity in regions of Russia, *Technological and Economic Development of Economy* 22(6): 905–925. DOI: <https://doi.org/10.3846/20294913.2016.1216019>.

Paul Bardos, R.; Jones, S.; Stephenson, I.; Menger, P.; Beumer, V.; Neonato, F.; Maring, L.; Ferber, U.; Track, T.; Wendler, K. 2016. Optimising value from the soft re-use of brownfield sites, *Science of The Total Environment* 563–564: 769–782. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.002>.

Petersen, J.P.; Heurkens, E. 2018. Implementing energy policies in urban development projects: The role of public planning authorities in Denmark, Germany and the Netherlands, *Land Use Policy* 76: 275–289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.004>.

Petriková, D.; Vojvod  kov  , B.; Samson, N.; Jackson, J.B.; Finka, M.; Toptchiyski, S.; Rusu, O.C.; Z  bko  , M.; Grigorovschi, M.; Ladzianska, Z.; Toptchiyska, D.; Pletnick  , J.; Jame  n  ,   .; Ciolacu, D.; Ja    , M.; Bl  ha, P.; Maturov  , M.; Luk  , J.; Kralchevska, A.; Mur  nov  , T.; Bergatt, W. 2012. *Brownfields – Handbook BROWNTRAINS*, V  SB-Technical University of Ostrava. ISBN 9788024828930.

Podviezko, V. 2005. Ekspert   j  ver  i   suderinamumas, *  kio technologinis ir ekonominis vystymas* 9(2): 101–107. DOI: <https://doi.org/10.1080/13928619.2005.9637688>.

Podviezko, V. 2009. Application of AHP technique, *Journal of Business Economics and Management* 10(2): 181–189. DOI: <https://doi.org/10.3846/1611-1699.2009.10.181-189>.

Podviezko, V. 2011. The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS, *In  inerin   Ekonomika – Engineering Economics* 22(2): 134–146. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/-j01.ee.22.2.310>.

Podviezko, A. 2015. Use of multiple criteria decision aid methods in case of large amounts of data, *International Journal of Business and Emerging Markets* 7(2): 155–169. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJBEM.2015.068351>.

- Podvezko, A.; Podvezko, V. 2014. Absolute and Relative Evaluation of Socio-Economic Objects Based on Multiple Criteria Decision Making Methods, *Engineering Economics* 25(5): 522–529. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.ee.25.5.6624>.
- Pointereau, P.; Coulon, F.; Girard, P.; Lambotte, M.; Stuczynski, T.; Ortega Sanchez, V.; Del Rio, A. 2008. Analysis of Farmland Abandonment and the Extent and Location of Agricultural Areas that are Actually Abandoned or are in Risk to be Abandoned. Ispra: Institute for Environment and Sustainability, 208 p. ISSN 1018–5593.
- Polyakova, I.; Vasylyeva, E. 2016. Benefits of Public-and-private Partnership for the Creation of the Infrastructure of the Urbanized Territories in Russia, *Procedia Engineering* 165: 1380–1387. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.868>.
- Popescu, G.; Patrascioiu, R. 2012. Brownfields sites – between abandonment and redevelopment case study: Craiova city, *Human Geographies – Journal of Studies and Research in Human Geography* 6(1): 91–97. DOI: <https://doi.org/10.5719/hgeo.2012.61.91>.
- Pourghasemi, H.R.; Rahmati, O. 2018. Prediction of the landslide susceptibility: Which algorithm, which precision? *CATENA* 162: 177–192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.11.022>.
- PPP Lietuva. 2018. Viešojo ir privataus sektorių partnerystė – projektai, [žiūrėta 2018-05-28]. Prieiga per internetą: <<http://ppplietuva.lt/lt/viesojo-ir-privataus-sektoriu-partneryste/vpsp-projektai>>.
- Prochorskaite, A., Couch, C., Malys, N., Maliene, V. 2016. Housing Stakeholder Preferences for the “Soft” Features of Sustainable and Healthy Housing Design in the UK. *Int. J. Environmental Research and Public Health* 2016, 13, 111. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph13010111>.
- Pueffel, C., Haase, D., Priess, J.A. 2018. Mapping ecosystem services on brownfields in Leipzig, Germany, *Ecosystem Services* 30(A): 73–85. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.011>.
- Rafson, H. J., Rafson, R. N. 1999. *Brownfields: Redeveloping Environmentally Distressed Properties*. New York: McGraw-Hill, 567 p. ISBN 9780070527683.
- Rizzo, E., Pesce, M., Pizzol, L., Alexandrescu, F., Giubilato, E., Critto, A., Marcomini, A., Bartke, S. 2015. Brownfield Regeneration in Europe: Identifying Stakeholder Perceptions, Concerns, Attitudes and Information Needs, *Land Use Policy* 43: 437–453. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.012>.
- Rizzo, E., Pizzol, L., Zabeo, A., Giubilato, E., Critto, A., Cosmo, L., Marmomini, A. 2018. An Information System for Brownfield Regeneration: providing customised information according to stakeholders' characteristics and needs, *Journal of Environmental Management* 217: 144–156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.059>.
- Roig, J.; Soriano, M. J. 2015. Public-Private Partnership for Real Estate Projects: Current Framework and New Trends, *Regional and Sectoral Economic Studies* 15(1): 35–44.
- Rosén, L., Back, P. E., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, T., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut, M., Döberl, G. 2015. SCORE: a novel multi-criteria decision analysis approach to assessing the sustainability of contaminated land remediation, *Science of the Total Environment* 511: 621–638. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.058>.
- Rouhani, O. M., Geddes, R., Do, V., Oliver Gao, H., Beheshtian, A. 2018. Revenue-Risk-Sharing Approaches for Public-Private Partnership Provision of Highway Facilities, *Case Studies on Transport Policy* (accepted manuscript). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.04.003>.
- Rowe, G.; Wright, G. 1999. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis, *International Journal of Forecasting*, 15(4): 353–375.
- Rügner, H.; Finkel, M.; Kaschl, A.; Bittens, M. 2006. Application of monitored natural attenuation in contaminated land management: a review and recommended approach for Europe, *Environmental Science & Policy* 9(6): 568–576. DOI: [10.1016/j.envsci.2006.06.001](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.06.001).

Sassi, E.; Vismara, F.; Cavadini, N. O.; Acebillo, J. 2009. Industrial areas. A survey, analysis and appraisal of the potential for conversion of disused industrial areas in Ticino, *Theoretical and Empirical Researches* 2(1): 95–104.

Saaty, T. L. 1967. *Modern Nonlinear Equations*, New York, McGraw-Hill.

Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw-Hill.

Saaty, T. L. 1988. *Decision making for leaders: the analytical hierarchy process for decisions in a complex world*. Pittsburgh: RWS Publications, 291 p. ISBN 9780962031700.

Schädler, S.; Morio, M.; Bartke, S.; Rohr-Zänker, R.; Finkel, M. 2010. Designing sustainable and economically attractive brownfield revitalization options using an integrated assessment model, *Journal of Environmental Management* 92: 827–837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.026>.

Semenzin, E.; Critto, A.; Rutgers, M.; Marcomini, A. 2009. DSS-ERA MANIA: Decision Support System for Site-Specific Ecological Risk Assessment of Contaminated Sites, in: Marcomini, A.; Suter II, G. W.; Critto, A. (Eds.). *Decision Support Systems for Risk Based Management of Contaminated Sites*. Heidelberg: Springer, 205–237. ISBN 9780387097220.

Sharma, R., Newman, P. 2018. Can land value capture make PPP's competitive in fares? A Mumbai case study, *Transport Policy* 64: 123–131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.02.002>.

Shaw, C.; Hurth, V.; Capstick, S.; Cox, E. 2018. Intermediaries' perspectives on the public's role in the energy transitions needed to deliver UK climate change policy goals, *Energy Policy* 116: 267–276. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.002>.

Sivilevičius, H. 2012. *Kelių dangos tiesimo ir jų priežiūros technologijos: praktinių darbų metodikos nurodymai*. Vilnius: Technika, 103 p. ISBN 9786094573699.

Stauskis, G. 2010. Development of sustainable access to urban and peri-urban landscapes in Vilnius regional area, in: *Proceedings of the 27th ECLAS conference „Cultural Landscape“, 2010 September 2–October 10*. Istanbul: Istanbul Technical University, 895–905.

Stevens, D.; Dragicevic, S.; Rothley, K. 2007. iCity: a GIS-CA modelling tool for urban planning and decision making, *Environmental Modelling & Software* 22: 761–773. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.02.004>.

Stillwell, J.; Scholten H. J. 2001. *Land Use Simulation for Europe*. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 302 p. ISBN 9781402002137.

Streng, D. L.; Chamberlain, P. J. 1995. *Multimedia Environmental Pollutant Assessment System (MEPAS): Exposure Pathway and Human Health Impact Assessment Models*. Richland: Pacific Northwest Laboratory, 180 p.

Theobald, D. M. 2014. Development and Applications of a Comprehensive Land Use Classification and Map for the US, *PLoS One* 9(4): e-94628. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094628>.

TIMBRE. 2012. Tailored Improvement of Brownfield Regeneration in Europe, [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: <<http://www.timbre-project.eu>>.

TPSIS. 2015. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos Teritorijų planavimo stebėsenos informacinė sistema, [žiūrėta 2015-02-27]. Prieiga per internetą: <<https://tpsis.am.lt/lt/web/guest/9>>.

United Nations ESCAP. 2011. *A guidebook on public-private partnership in infrastructure*. Bangkok: United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 76 p.

United States Environmental Protection Agency. 2011. Brownfield and Urban Agriculture: Interim Guidelines for Safe Gardening Practises, [žiūrėta 2015-01-21]. Prieiga per internetą: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/bf_urban_ag.pdf>.

- Urbonaitė, I. 2010. Uždarų slidinėjimo trasų integravimas į miesto rekreacijos sistemą, *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – Future of Lithuania* 2(3): 76–77. DOI: 10.3846/mla.2010.056.
- Urbonaitė, I. 2011. Miesto teritorinių bendruomenių įtaka rekreacinių teritorijų formavimui, *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – future of Lithuania* 3(3): 30–37. DOI: 10.3846/mla.2011.048.
- Urbonaitė, I. 2012. Apleistų teritorijų reikšmė formuojant miesto rekreacijos sistemą, *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – Future of Lithuania* 4(2): 97–105. ISSN 2029–2341.
- U.S. EPA. 1991. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume 1, Human Health Evaluation Manual (Part B, Development of Risk-based Preliminary Remediation Goals), EPA/540/R-92/003. Cincinnati: US Environmental Protection Agency, 54 p.
- U.S. EPA. 2003. Brownfields Definition, [žiūrėta 2014-10-10]. Prieiga per internetą: <<http://epa.gov/brownfields/index.html>>.
- Valstybinė saugomų teritorijų tarnyba prie Aplinkos ministerijos. 2008. *Apleistų pastatų likvidumo programa*. Vilnius: UAB HNIT BALTIC ir UAB Statybos projektų ekspertizės centras, 159 p.
- Vidal, L.-A.; Marle, F.; Bocquet, J.-C. 2011. Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects, *Expert Systems with Applications* 38(5): 5388–5405. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.10.016>.
- Vilniaus miesto savivaldybės administracija. 2007. Vilniaus miesto bendrasis planas iki 2015 m., [žiūrėta 2014-11-11]. Prieiga per internetą: <<https://vilnius.lt/lt/savivaldybe/miesto-pletra/vilniaus-miesto-bendrasis-planas/bendras-planas-iki-2015-m>>.
- Vilniaus miesto savivaldybės administracija. 2011. Naujų transporto rūšių diegimo Vilniaus mieste specialusis planas, [žiūrėta 2017-09-15]. Prieiga per internetą: <http://www.vilnius.lt/lit/Nauju_transporto_ruiu_diegimo_vilniaus_m/44350>.
- Vilniaus miesto savivaldybės taryba. 2015. 2014–2020 m. Vilniaus miesto integruotų teritorijų vystymo programos projektas, [žiūrėta 2015-05-14]. Prieiga per internetą: <<https://www.vilnius.lt/vaktai2011/DefaultLite.aspx?Id=3&DocId=30243678>>.
- Wang, F. 2006. *Quantitative Methods and Applications in GIS*. Abingdon: Taylor & Francis, 304 p. ISBN 9780849327957.
- Wang, T. A.; McTernan, W. F. 2002. The development and application of a multilevel decision analysis model for the remediation of contaminated groundwater under uncertainty, *Journal of Environmental Management* 64: 221–235. DOI: <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0470>.
- Weihe, G. 2005. Public–private partnerships: addressing a nebulous concept, in: Kaspersen, L. B. (Ed.), *10th International Research Symposium on Public Management (IRSPM X)*. Copenhagen: International Center for Business and Politics Copenhagen Business School, 29 p. ISBN 8791690161.
- Wilson, M. 2011. The Park Is Elevated. Its Crime Rate Is Anything But. *The New York Times*, [žiūrėta 2016-02-11]. Prieiga per internetą: <<http://www.nytimes.com/2011/06/11/nyregion/the-high-line-park-is-elevated-its-crime-rate-is-not.html>>.
- Zaleckis, K.; Kamičaitytė-Virbašienė, J.; Matijošaitienė, I. Using space syntax method and GIS-based analysis for the spatial allocation of roadside rest areas, *Transport* 30: 182–193. DOI: <https://doi.org/10.3846/16484142.2015.1045026>.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 1996. *Pastatų sistemos techninis įvertinimas*. Vilnius: Technika, 275 p. ISBN 9986052823.
- Xiaoling, Z.; Huan, L. 2018. Urban resilience and urban sustainability: What we know and what do not know? *Cities* 72: 141–148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.009>.

Yıldız, N.; Tüysüz, F. 2018. A hybrid multi-criteria decision making approach for strategic retail location investment: Application to Turkish food retailing, *Socio-Economic Planning Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.02.006>.

Кремер, Н. Ш. 2003. *Теория вероятностей и математическая статистика* [Kremer, N. Š. Tikimybių teorija ir matematinė statistika]. Москва: ЮНИТИ. 573 с.

Завадскас, Э. К. 1987. *Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве* [Zavadskas, E. K. Resursų taupymo sprendimų statyboje kompleksinis įvertinimas ir parinkimas]. Вильнюс: Мокслас, 212 с.

Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas

Straipsniai recenzuojamuose mokslo žurnaluose

Bielinskas, V.; Burinskienė, M.; Podvieszko, A. 2018. Choise Of Abandoned Territories Conversion Scenario According to MCDA Methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(1), 79–92. ISSN 1392-3730/eISSN 1822-3605 (Clarivate Analytics Web of Science).

Burinskienė, M.; Bielinskas, V.; Podvieszko, A. 2017. Evaluating the significance of criteria contributing to decision-making on brownfield land redevelopment strategies in urban areas. *Sustainability*, 9(1), 1-17. ISSN 2071-1050 (Clarivate Analytics Web of Science).

Burinskienė, M.; Lazauskaitė, D.; Bielinskas, V. 2015. Preventive indicators for creating brownfields. *Sustainability*, 7(6), 6706-6720. ISSN 2071-1050 (Clarivate Analytics Web of Science).

Bielinskas, V.; Burinskienė, M. 2016. Apleistų miesto seniūnijų teritorijų koreliacinė analizė. Vilniaus miesto atvejis. *Journal of Science – future of Lithuania (K. Šešelgis Readings)*, 8(1), 38-47. ISSN 2029-2341 print, ISSN 2029-2252 online.

Bielinskas, V.; Burinskienė, M. 2015. Apleistų teritorijų konversijos įgyvendinimo galimybės Lietuvos miestuose. *Journal of Science – future of Lithuania (K. Šešelgis Readings)*, 7(1), 30-39. ISSN 2029-2341 print, ISSN 2029-2252 online.

Straipsniai kituose leidiniuose

Bielinskas, V. 2017. Geostatistical analysis of urban brownfields in Liverpool city. *10th International Conference "Environmental Engineering"*, April 27–28. p. 1–10. eISBN 9786094760440, eISSN 2029-7092. (ISI Proceedings).

Bielinskas, V.; Palevičius, V.; Burinskienė, M. 2015. Assessment of neglected areas in Vilnius city using MADM and COPRAS methods. *Procedia Engineering. Innovative solutions in construction engineering and management. Flexible approach: Operational Research in Sustainable Development and Civil Engineering - meeting of EURO working group and 15th German - Lithuanian - Polish colloqui.* Amsterdam: Elsevier Science Ltd., 122(2015), 29–38. ISSN 1877-7058 online. (ISI Proceedings).

Summary in English

Introduction

Problem formulation

The assessment and use of brownfield areas (hereinafter referred to as BF) appears as one of the most relevant problems encountered in planning the urban environment, new types of construction and areas meeting the needs of the population. As for Lithuania and Eastern European countries, the BF is often regarded as the legacy of the Soviet regime. Such an area, demanding on potential additional financial resources for its cleaning and preparing for use, in most of the cases, is unattractive to new investors.

Within different historical periods, European cities encountered the problems of area regeneration. The natural urban framework and the formation of a public space system had a strong impact on the decisions made (Garcia-Ayllon 2018; Urbonaitė 2012). Compared to other European countries, Lithuania suffers from a lack of the integrated approach of architects, municipalities and city planners to urban development processes, its coherence and ecology (Mekdjian 2018; Sassi *et al.*, 2009).

Planning urban development and management often addresses the problems associated with abandoned areas that are no longer used for their intended purpose. (Matulevičius, Šliogerienė 2011). In Vilnius City General Plan till 2015 (Vilniaus miesto savivaldybės... 2007) there are city planning solutions that cover territories for change of initial purpose in future. Those territories cover 614 ha, i.e. 1.53% of the total area of the city (Leitanaitė 2007). In the central part of the city, such areas amount to approximately 120 ha. (Blotnys 2013).

There is a lack of norms and recommendations for management of BF among the laws and legislations in Lithuania. An overview of the information sources from Lithuania and abroad suggests that the main problem is BF's uncertainty. Unambiguously defining this term, it is impossible to objectively determine the potential of these territories, to identify threats and to provide reasoned solutions.

After defining the BF, it is expedient to set objective criteria and their individual weights (coefficients). The numerical value of these criteria should help to assess the potential, necessity and priority of possible BF scenarios for changes in land purpose (Laprise *et al* 2018). The objects of changes in the purpose of areas are the entire public infrastructure in the urban environment and cover the re-organizational planning, regulation and implementation of roads, streets, separate transport, residential, industrial and other districts or individual territorial units.

Relevance of the thesis

Cities are not a static finite form. The city, as an urban unit, is characteristic of the continuity of different creative processes in terms of economic, social and ecological aspects. The coherence of these components determines the quality of life and shapes the characteristics of the aesthetics of the urban environment. Variations in socio-economic, socio-cultural and geo-ecological dimensions form the eternal cycle, the criterion of which is the urban environment (Griškevičiūtė-Gėčienė, Griškevičienė 2016; Mozuriunaite 2016). Therefore, in order to avoid local and global economic, cultural and ecological threats, changes in urban development are an inevitable process.

The international approach to working out solutions for BF areas has grown for more than 40 years – since 1970 when the issue of using BF areas has gained weight in the political agenda. Currently, these methods are closely linked to a more general agenda for the sustainable development of cities and regions and must be applied in accordance with the present standards and changed urban environments.

The brownfields in industrial areas are the most vulnerable from an ecological point of view and require particular attention. Adapting such territories to meet modern needs should reduce the extent of urban development and protect natural resources. The upcoming function of these areas must be determined so that following changes in land purpose the territory should be coherent with the urban and functional urban structure (Matulevičius and Šliogerienė 2011).

At this time, more than 1200 BF areas are counted in Vilnius. Overall, these zones occupy more than 1090 ha within the administrative boundaries of Vilnius city, i.e. about 2.7% of the total urban area. Such areas should be accepted as an untapped urban resource that can improve the quality of life and the multi-layered urban environment.

The object of the thesis

The object of the research is a system of indicators describing characteristics and use of urban brownfields.

The aim of the thesis

The aim of thesis is to scientifically justify and propose a model for the assessment of urban abandoned land use change scenarios that can be used to select the most appropriate brownfield scenario.

The tasks of the thesis

The following objectives are being solved in order to achieve the aims of the thesis:

1. To analyse references aimed at identifying the threats of using BF areas in Lithuania and foreign countries, at proposing solutions and methods of use and at summarizing concepts.
2. To create a database (DB) of numerical values of indicators describing the characteristics of brownfields using geographic information system (GIS) and statistical methods.
3. To set the key criteria for different cases of scenarios for changes in the purpose of brownfields with reference to the created database of criteria.
4. To calculate quantitative parameters for brownfields applying Multi-Attribute Decision-Making (MCDM) methods, and, based on the made calculations, to develop scenarios for implementing changes in the purpose of brownfields.
5. To adapt and verify developed brownfield scenarios in the specific areas of Vilnius city neighbourhoods.

The research methodology

The thesis applies to theoretical research analysis, spatial correlation analysis, the expert method, multi-attribute decision making (TOPSIS, SAW, COPRAS, DELFI, EDAS) methods, quantitative and spatial data linking and merging methods.

The application of research analysis has assisted in presenting an overview of scientific literature, European Commission-provided and other legal publications as well as thesis-related materials produced by real estate developers.

By applying a natural research method, the number, size and characteristics of the BF areas, which measurements were not described in official documents, of Vilnius city were defined. Quantitative and spatial data linking and merging methods added information to the geospatial database of brownfields and calculated evaluation criteria for brownfields employing different normalization options.

The geostatistical method was applied using GIS software *ArcGIS 10.0* and the *Python* programming language.

With reference to the multi-attribute decision making methods developed and advanced by VGTU scientists and to the practice of applying the expert evaluation method introduced in scientific literature, the criteria and their weights of brownfields have been calculated. Based on DSPM (TOPSIS, SAW, COPRAS, DELFI and EDAS), the correlation of the criteria describing brownfields has been assessed and the impact made by changes in the purpose of implementing scenarios has been examined.

By employing these methods, a strategy for selecting city neighbourhoods has been proposed, which aims to select the most appropriate parts of the city for executing specific scenarios for changes in the purpose of BF areas.

Scientific novelty of the thesis

When preparing the thesis, the following results, new and significant to the science of civil engineering, were obtained:

1. A system for assessment criteria for BF areas which can be used at the stage of urban strategic planning, has been developed
2. With reference to multi-attribute decision-making methods, the numerical estimates of the weights of criteria have been calculated, which allowed forming a priority line of city neighbourhoods thus proposing a unique system for changes in the purpose of brownfields in Vilnius.
3. Three original conceptual models for implementing scenarios for changes in the purpose of brownfields have been developed can be applied in the case of any city.

Practical value of the research findings

The criterion system describing brownfields and presented in the doctoral thesis can be employed at the stage of urban complex planning when preparing plans for strategic and urban development. The application of the above introduced system for spatial planning experts and real estate developers provides favourable conditions for assessing social, urban, economic and natural criteria. Based on the results of this assessment, a calculation model has been proposed, which allows determining scenarios for changes in the purpose of brownfields and alternatives for developing separate parts of the city. The system for criteria assessing brownfields has been created and described and is a suitable tool for use in the biggest cities of Lithuania and other European countries.

The principle of the operating algorithm is based on the combined application of multi-attribute methods. The employment of different multi-attribute decision-making methods to simultaneously perform the same task and the aggregate evaluation of results is a unique achievement in the discourse of research literature on area planning and development in Lithuanian and foreign territories. The experience of Lithuanian spatial planning shows that such method will allow a more effective evaluation of the existing threats of brownfields, finding the most appropriate parameters for changes in the purpose of BF areas and optimizing scenarios for the management of these urban areas.

According to the unique methodology proposed in the thesis, the importance of each criterion and the correlation between the environmental characteristics of urban territorial communities and the spread of brownfields in them have been evaluated. Scenarios for changes in the purpose of brownfields are determined according to the areas occupied by the functional zones predominating in the city. In the case of Vilnius, six principal scenarios for changes in the purpose of brownfields have been specified.

Defended statements

1. Urban brownfields fall into groups according to the geographical boundaries of the urbanized areas, and therefore simulating changes in the purpose of brownfields can be induced systematically combining urban data according to territorial units.

2. Scenarios for changes in the purpose of brownfields can be selected on the basis of the unique characteristics of the examined area. They are characterized by the criteria identified as the keys in each scenario.
3. Due to the uncertainty of the concept of the brownfield and different detection manner, the number of urban brownfields is higher than that provided in the official planning documents.

Approval of the research findings

Seven scientific publications were published on the subject of the thesis: three in scientific journals, included in the *Clarivate Analytics Web of Science* database (Burinskienė *et al.* 2015, Burinskienė *et al.* 2017, Bielinskas *et al.* 2018), Two – in a peer-reviewed scientific journal (Bielinskas and Burinskienė 2014 ir Bielinskas and Burinskienė 2015), one – in international conference, included in the *ISI Proceedings* database (Bielinskas 2017), one – in other international conference (Bielinskas *et al.* 2015).

The results of the research conducted in this thesis were published in four scientific conferences in Lithuania and abroad.

- Conference for Junior Researches Science is the Future for Lithuania in 2015, Rokiškis (Bielinskas and Burinskienė 2015).
- Conference for Junior Researches Science is the Future for Lithuania in 2016, Vilnius (Bielinskas and Burinskienė 2016).
- International conference *15th German-Lithuanian-Polish Colloquium ORSDCE* 2015; 2015, Poznań, Poland (Bielinskas *et al.* 2015);
- 10th International Conference – *Environmental engineering*; 2017 Vilnius, (Bielinskas 2017).

The structure of the thesis

Thesis consists of introduction, three chapters, general conclusions, list of references, list of scientific publications by the author on the topic of the dissertation.

The scope of thesis is 149 pages excluding annexes, 41 numbered formulas, 27 tables and 50 pictures. 199 scientific sources were used while preparing the thesis.

1. The overview of the procedures of changing purpose of brownfields in Lithuania and foreign countries

Since the beginning of the sudden urbanization process, most cities worldwide have faced the unprecedented occurrence: the number of the urban unexploited areas started growing despite the fact that these territories, in regard of the dislocation aspect, were situated in the attractive places of the city; however, from an ecological point of view, it was not useful and became threatening because of the risen risk of pollution. Most of real estate development planners felt safer investing in cheaper land in peripheral urban areas rather than in creating the new destination infrastructure within cities. Up to the year 2014, there were made no agreements between European countries and Lithuania. That is why by defining the exploratory problem, first of all, we have to define brownfields of a city as the main object of the research.

Based on search for foreign literature, different approaches to the issues of urban brownfields can be observed. So far, there has been no general definition of the brownfield and no general agreement on how to deal with brownfields, non-functional and convertible areas in the EU Member States. Practice shows that Private-Public Partnership (PPP) is the most financially attractive way to manage brownfields. The least costly regeneration processes themselves require regenerated urban brownfields. The studies presented in the paper demonstrate that potentially economically feasible territories occupy the two-thirds of all brownfields.

Until 2014, no agreements were reached at European and Lithuanian levels. Therefore, for determining the research problem, defining urban brownfields as the main object of research is of utmost importance. Based on research into Lithuanian literature (Leitanaitė, Stauskis, Urbonaitė, Butkus, etc.), lack of good practise, available open data and the experience of the investigated issues of urban brownfields cause the obstruction of designing guidelines for strategic urban planning in the common case.

Considering a full knowledge of foreign and Lithuanian research literature on urban brownfields, it can be concluded that, in order to effectively manage brownfields, it is necessary to define the analyzed area and the possible uses of the territory. The thesis illustrates that Vilnius city is divided into 20 neighbourhoods expressed by a unique set of parameters. Further analysis was performed based on this scale.

An overview of research literature presented in this chapter has showed that more attention to the effective secondary use of the urban brownfield, in respect of local strengths, weaknesses and threads, is required.

Taking into account the practice of foreign countries applying the definition of the brownfield, the threats posed by urban brownfields in Lithuania and the characteristics of brownfields described in research literature, the author states that the formerly developed and at least one-year unexploited buildings and structures (if any) or their residues in brownfields (not necessarily polluted) do not meet the minimum requirements for exploiting them at present.

2. Geostatistical analysis of brownfields in different districts of the city

Vilnius is a Lithuanian city with the largest population and the biggest amount of investment in real estate development, including new buildings deployed across the whole area of the city. Thus, three issues of the urban brownfield can be identified. The first one is lack of available data on the complex evaluation of the scope of brownfields (this is a reason why the municipality cannot prepare optimal guidelines for strategic urban planning in Vilnius). The second is the promotion of intuitive planning performed considering a shortage of information about the area and neglecting multiple criteria representing different aspects of such territory. The third issue is the absence of the priority system among neighbourhoods at the prioritized stages of the redevelopment processes of urban brownfields. By solving this problem, we have an algorithm that allows investigating the current status of the urban brownfield, evaluating multiple criteria considering their importance, prioritizing city neighbourhoods, assessing the most important criteria for a specific scenario for changes in

land use and selecting the optimal location or neighbourhood for the preferred scenario for changes in land use or a mix of those.

The conducted research shows that a total of BF areas cover 1090 ha, i.e. 2.7% of the total area of the city, and this value varies. Only about 17% of the total BF area is recorded in urban zones. These territories spatially constitute habitats that can be analyzed as individual subsets. (Fig. S.2.1).

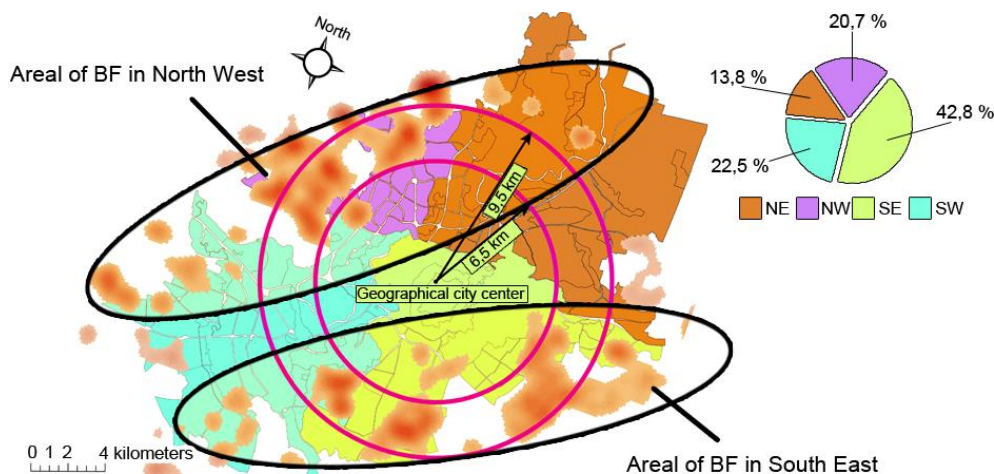


Fig. S.2.1. The areas of brownfields according to the number in the zones of South West, South East, North East and North West in of Vilnius city (created by author)

According to the estimates, during the last year, 230 real estate projects in Vilnius city using BF were implemented. 85 units (i.e. 37%) are housing, 10 units (i.e. 4.3%) are the objects of infrastructure, 41 units (i. e. 17.8%) make commercial real estate, 70 buildings undergo refurbishment (i. e. 30.4%) and 23 units (i. e. 10%) are the buildings of public use. When making use of BF resources, mixed-purpose areas in the central part of the city that faced former dominating commercial projects of real estate development have been developed. The urban peripheral zone has involved intensive construction projects of medium and high-density housing development.

The made calculations have revealed that a varying functional type makes a different impact on BF management: some functions of the areas lead to an increase in brownfields while other functions contribute to their decline. Among the functions that make up a facilitating impact on brownfields in neighbourhoods, the business and industrial territory ($R = 0.45$) appears as the most distinguished functional type. The areas of such destination are generally mono-functional.

A strong relationship between the number of BF areas and the distance of these areas from the city centre has been discovered. The relationship is defined as correlation coefficient R linking these two values. The estimated value of the correlation coefficient between BF quantity and the distance from the city centre moves toward the peripheral part of the city forming the boundary of up to 6,5 km, which is 0.93. While maintaining

this direction from the boundary of 9.5 km to the edge of the administrative boundary of the city, the value of the correlation coefficient reaches 0.89.

The spread and volumes of BF areas visually are greater than those declared in the solutions for the general plan. 23 various-size brownfields are found in a single neighbourhood in Vilnius. Depending on functional variance, the average size of the BF differs up to 40 times. 305.1 ha of brownfields are calculated in the peripheral parts of the city, which makes nearly 2.4% of the total peripheral part of Vilnius. An average area of a single brownfield makes 0.23 ha more than that in the inner part of the city.

It is estimated that the area of the potential concentrated development zone in Vilnius makes 3.43% of the total area of the whole city. In comparison, BF areas occupy 1089.91 hectares, i.e. 2.66%. BF areas in the areas of the potential concentrated development zone occupy only 66.28 ha, i.e. 6.31%, which shows that the geographical distribution of brownfields, a potential threat to the social environment and their ecological impact on urban development policies will not be overlooked for the next 25 years.

The examination of economic environmental factors in Liverpool has pointed out a negative causal link between retail transactions and the number of BF areas taking into consideration time perspective. Such relationship is expressed as the correlation coefficient and is equal to 0.72. This shows that investment in the urban economic environment by creating additional jobs and shopping sites constitutes a barrier to BF spread and ingrain. Therefore, the promotion of economic activities in the concentrated areas of BF areas and brownfields must be regarded as a planning priority.

The results of geostatistical analysis have showed that the BF is a typical different internal and external environment that can be expressed in terms of quantitative and qualitative criteria. Because of a shortage of historical data, taking into account functional zones dominant in the city and the multi-functionality of Vilnius areas, 6 possible scenarios for changes in land purpose of brownfields have been defined (Table S.2.1).

Table S.2.1. Scenarios T_i for changes in the purpose of brownfields

Scenario	New possible land purpose of BF	Scenario	New possible land purpose of BF
T_1	Green areas	T_4	Industrial area
T_2	Commercial areas	T_5	Residential area
T_3	Recreational activity area	T_6	City reserve

Defined directions T_i to BF scenarios for changes in land purpose is the result of implementing the urban development strategy and making use of the existing BF areas. The results of geostatistical analysis have showed that the BF can be classified according to the priority, location and other typical characteristics. As regards the existing needs and priorities of the city in different territorial units, a heterogeneous social and economic environment characterized by the qualities of the terrain and changes in land purpose of brownfields must be created considering the principles of the effective strategy for urban development (Fig. S.2.2).

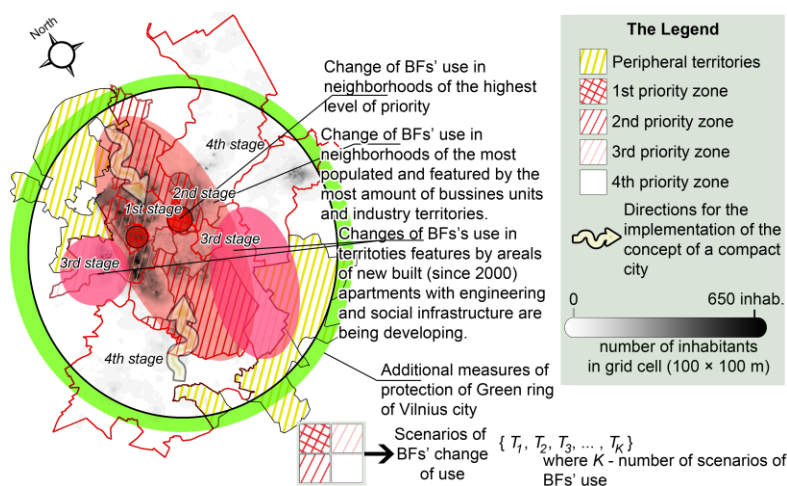


Fig. S.2.2. A theoretical model of the strategy for changes in the purpose of brownfields in Vilnius city (created by author)

The BF strategy provides that changes in land purpose and operations cover 4 stages. The first stage includes central urban areas where the BF could most of all contribute to implementing the compact model of the city. The second stage embraces the implementation of BF changes in land purpose pursued in the neighbourhoods that are mostly densely populated and have the highest volume of business and industrial territories. In the case of Vilnius, these are the areas around the city with the high intensity of development and the territories away from the city centre (Fig. S.2.3).

The third stage includes operations performed in the areas of new construction where the engineering and social infrastructure is not fully developed. At the fourth stage of the strategy, BF changes in land purpose are observed in the peripheral part of the city where the need for changes in land purpose is reduced.

1st stage	2nd stage	3rd stage	4th stage	Priority approach
Territories with the largest criminogenic activity	Central city areas	Industry areas remotized further from the city center	Green Ring protection by implementing change of BF's use to green zones	Social approach
Green Ring protection by change of BF's use to green zones	Industry areas remotized further from the city center	Developing of recreational areas, sport grounds and parks by implementing change of BF's use	Territories with the largest criminogenic activities	Ecological approach
Central city areas	Industry areas remotized further from the city center	Change of BF's use to multifunctional areas in central areas of territorial communities (neighborhoods)	Development of engineering and social infrastructure in recreational space access areas	Economical approach (Real estate developers and private capital)

Fig. S.2.3. A concept of brownfield development (created by author)

Depending on the future prospects of the city, the BF strategy for changes in land purpose may be implemented by following the concept meeting the needs of the city. In the case of Vilnius, 3 main priorities in the direction of development can be provided (Fig. S4).

The BF clear-out concept encourages paying attention to the local level and to the social and economic problems of the city (for example, crime, preservation, the protection of recreation spaces ensuring the needs of territorial communities, etc.). These concepts are recommendatory in nature and can be modified according to the characteristics and planning objectives of each city.

3. The assessment of scenarios for changes in the purpose of urban brownfields

The third section discusses brownfields (business object), their potential scenario for changes in land purpose (process) and their impact on the location in the city (location). In accordance with the first stage, a hierarchical index system for BF areas consisting of the primary chain of 152 different criteria has been formed. Following the completion of the analysis of these criteria according to the type of exposure, behaviour and expert evaluation, 15 of the prior criteria have been selected for further calculations. Under different economic, social, urbanistic and physical conditions, they can lead to the emergence of BF areas or an increase in damage to the environment (Table S.3.1).

Table S.3.1. The calculated weights of the most significant (final) criteria for the initial brownfields in groups C_i

Groups of attributes	
C_E	C_S
Relationship between property prices in the municipality and adjacent neighborhoods ($Q_j = 0,079$)	Long-term unemployment rate ($Q_j = 0,098$)
Cost of new rental estate ($Q_j = 0,085$)	Poverty level ($Q_j = 0,099$)
Infrastructure investments ($Q_j = 0,099$)	The actual average income of the population ($Q_j = 0,093$)
Spatial mismatch between workers and workplaces ($Q_j = 0,078$)	Level of crimes ($Q_j = 0,093$)
Groups of attributes	
C_U	C_N
Number of empty sites ($Q_j = 0,082$)	Soil contamination ($Q_j = 0,112$)
Number of new building permits ($Q_j = 0,072$)	Emissions level from local sources ($Q_j = 0,115$)
Age of installation of infrastructure elements ($Q_j = 0,074$)	Number of green areas per capita ($Q_j = 0,126$)
	Vehicle emissions level ($Q_j = 0,105$)

These criteria, in line with their effects, are classified into the previous groups of effect. Ultimately, in light of the data collected from the city and its potential use, 18 alternative criteria have been formed and are used for calculation purposes at other stages (Fig. S5).

The criterion system can be applied in practice as a basis for processing criteria, data monitoring and observing changes. At the second stage, the correlation analysis of criteria has been done. A positive or negative causal link between assessment criteria has been considered and estimated using the declared population, values and size of the BF in the neighbourhood. The employed method has demonstrated that the strategic planning level of the city as well as one or the other criterion can be directly related to the problem of the brownfield. At the third stage, expertise and Delphi methods have been applied thus assessing crucial criteria and their groups in each scenario for changes in land purpose of the city. The model for selecting a brownfield has been produced in accordance with the final stage using the most suitable parts of the city (neighbourhoods) in each event (combined, planning an area of varying use) of BF changes in land purpose. At this stage, for the same task, COPRAS, SAW, TOPSIS, DELPHI and EDAS methods have been applied.

Following the calculations of correlation analysis (the second stage), 13 of 18 criteria have been found resulting in a positive outcome for the neglected areas to spread. The biggest positive relationship between the BF and separate criteria has been calculated analysing unemployment levels, people living in poverty and crime rates in separate neighbourhoods.

Among the criteria which have the largest dependency, the unused land plots ($R_i|U_1 = 0.83$) have been assigned group of urbanistic criteria. The strongest negative dependence characteristic of the group belonging to the economic criteria of the C_E magnitudes for investment into the environment ($R_i|E_1 = 0.68$) and the price of construction ($R_i|E_2 = 0.68$). The determined ranks of criteria are represented in Table S.3.2.

Table S.3.2. Determined ranks of criteria evaluated by coefficient R_i [C_E, U, S, N]

C_E		C_U		C_S		C_N	
R_n	Criterion	R_n	Criterion	R_n	Criterion	R_n	Criterion
1.	$E_1 (R = -0.68)$	1.	$U_1 (R = 0.83)$	1.	$S_1 (R = 0.85)$	1.	$N_3 (R = 0.77)$
2.	$E_2 (R = -0.68)$	2.	$U_5 (R = 0.68)$	2.	$S_2 (R = 0.83)$	2.	$N_4 (R = 0.53)$
3.	$E_3 (R = 0.34)$	3.	$U_4 (R = -0.29)$	3.	$S_4 (R = 0.83)$	3.	$N_2 (R = -0.24)$
4.	$E_4 (R = 0.22)$	4.	$U_2 (R = 0.11)$	4.	$S_3 (R = 0.71)$	4.	$N_1 (R = 0.15)$
		5.	$U_3 (R = 0.11)$	5.	$S_5 (R = -0.16)$		

The results obtained at the second stage show that the defined cause and effect relationship between the areas and the urban physical, social and ecological environment describing criteria in each neighbourhood has been found in scalar quantities.

The third stage has showed the most important criteria and the groups of criteria in the cases of different brownfields. The weights of the group of criteria for the scenario for BF changes in land purpose have been calculated using the DELPHI method (Fig. S6).

The obtained results have showed that roughly all groups of criteria are equally important while executing BF changes in land purpose replacing brownfields with green area (T_1 : $C_E = 20.25$, $C_U = 26.5$, $C_S = 23.0$, $C_N = 30.25$, standard deviation equals to 4.33).

The adoption of making a decision on implementing residential changes in BF land use is the most important criteria for the social group (T_5 : $C_E = 22.17$, $C_U = 24.08$, $C_S = 34.08$, $C_N = 19.5$, standard deviation equals to 6.36). The calculation of the weights of the criteria in each evaluated group inside the brownfields is provided in Fig S.3.1.

The obtained results highlight the secondary use of the following brownfields changing their land purpose in accordance with the guidelines in question:

1. The biggest impact of BF changes in land purpose on the solution to replacing BF areas with green areas is observed in the group of ecologic criteria.
2. Criteria for the economic group are featured having the highest impact on decision making while replacing BF areas with commercial areas within the city.
3. Criteria for the urbanistic group have the greatest impact on BF changes in land purpose replacing BF areas with sports courses or active leisure zones.
4. All but criteria for the social group have the biggest impact on decision making regarding BF changes in land purpose replacing BF areas with industrial zones;
5. Criteria for the social group have the greatest impact on BF changes in land purpose replacing BF areas with residential areas. The availability of education and child care institutions has the biggest impact on these criteria
6. Natural and urbanistic criteria have the greatest impact on BF areas left as a city reserve for future needs.

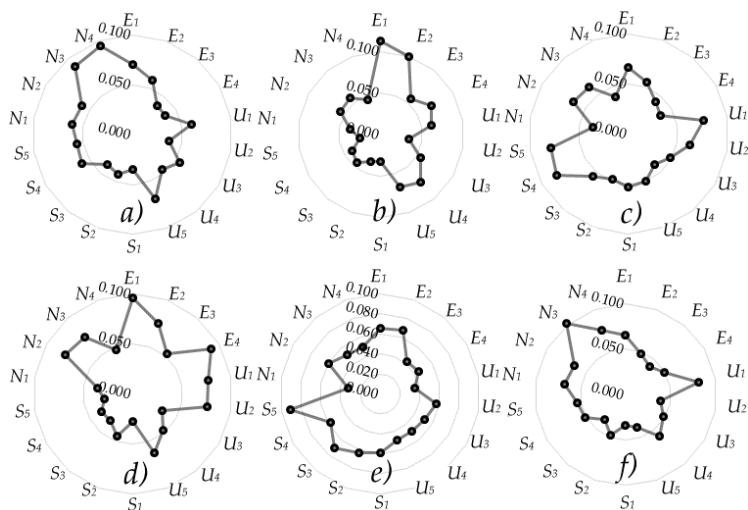


Fig. S.3.1.. The weights of individual criteria for each brownfield redevelopment scenario: a) T_1 ; b) T_2 ; c) T_3 ; d) T_4 ; e) T_5 ; f) T_6 (created by author)

The comprehensive application of different methods for COPRAS, TOPSIS, SAW and EDAS solving the same problem at the third stage and optimal city locations have been chosen for implementing different scenarios for BF changes in land purpose.

Thus, it is possible to assess the most appropriate parts of the city, to implement certain scenarios for changes in land purpose and to predict the most appropriate place for

polyfunctional area formation using BF areas. For example, BF polyfunctional areas consisting of commercial, industrial and residential types of changes in land purpose as well as neighbourhood assessment are provided in Table S.3.3.

Table S.3.3. Appropriate possible scenarios $\bar{\omega}$ for changes in the purpose of brownfields according to neighbourhoods D_i (created by author)

Rank	T_2		T_4		T_5	
	District	$\bar{\omega}$	District	$\bar{\omega}$	District	$\bar{\omega}$
1	D_8^{IV}	0.577	D_{12}^{III}	0.510	D_9^{III}	0.538
2	D_1^{III}	0.492	D_3^{II}	0.436	D_{14}^{III}	0.513
3	D_3^{II}	0.476	D_{13}^{II}	0.399	D_{10}^I	0.508
4	D_{13}^{II}	0.47	D_{20}^{IV}	0.395	D_6^I	0.488
5	D_{17}^{IV}	0.443	D_1^{III}	0.382	D_{18}^{IV}	0.487

Notes: D_1 – Rasos, D_2 – Šeškinė, D_3 – Naujininkai, D_4 – Pilaitė, D_5 – Pašilaičiai, D_6 – Šnipiškės, D_7 – Naujoji Vilnia, D_8 – Paneriai, D_9 – Justiniškės, D_{10} – Viršuliškės, D_{11} – Vilkipėdė, D_{12} – Naujamiestis, D_{13} – Verkių, D_{14} – Karoliniškės, D_{15} – Žirmūnai, D_{16} – Lazdynai, D_{17} – Antakalnis, D_{18} – Fabijoniškės, D_{19} – Žvėrynas, D_{20} – Senamiestis.

The obtained results show that mixed-use planning, including commercial, industrial and residential functions using the existing BF areas is the most suitable for exploitation in Rasos, Naujininkai and Verkių neighbourhoods.

The detailed strategic urban planning of each scenario for BF changes in land purpose in Vilnius city is presented in the final section of the thesis (Fig. S.3.2).

The solutions to these strategies according to scenarios for BF changes in land purpose are provided below.

BF changes in land purpose replacing BF areas with green areas correspond to the scenario of Žvėrynas neighbourhood for brownfield changes in land purpose largely meets environmental parameters and provides the highest additional value in terms of ecology. Karoliniskės neighbourhood is the second most fitting location and goes next and Justiniškės is in the third position.

BF changes in land purpose replacing BF areas with commercial areas are directed towards the peripheral parts of the city. The criteria for the scenario for BF changes in land purpose mostly agree with economic environmental parameters for Paneriai neighbourhood. Rasos and Naujininkai neighbourhoods are in the other peripheral parts of the city, take the second and third positions and are suitable for this type of scenario.

BF changes in land purpose replacing BF areas with recreational areas can be described as development that is dispersed towards a nearby central part of the city located in both north-west and north-east peripheral areas of the city. This scenario for changes in land purpose is perfectly appropriate for social environmental parameters in Naujininkai, Pašilaičiai and Naujoji Vilnia neighbourhoods. Regarding the level of priority, the

processes of the scenario for BF changes in land purpose must be started in Naujininkai and Pašilaičiai neighbourhoods, and then – in Naujoji Vilnia neighbourhood.

The change in land purpose of BF areas to industrial areas should be applied for Naujamiestis, Naujininkai and Verkių neighbourhoods as priority. Based on the primary BF purpose and possible potential economy-wise changes in land purpose, this scenario for BF changes is primarily directed towards southeast starting in the BF areas located in Naujamiestis and Naujininkai neighbourhoods.

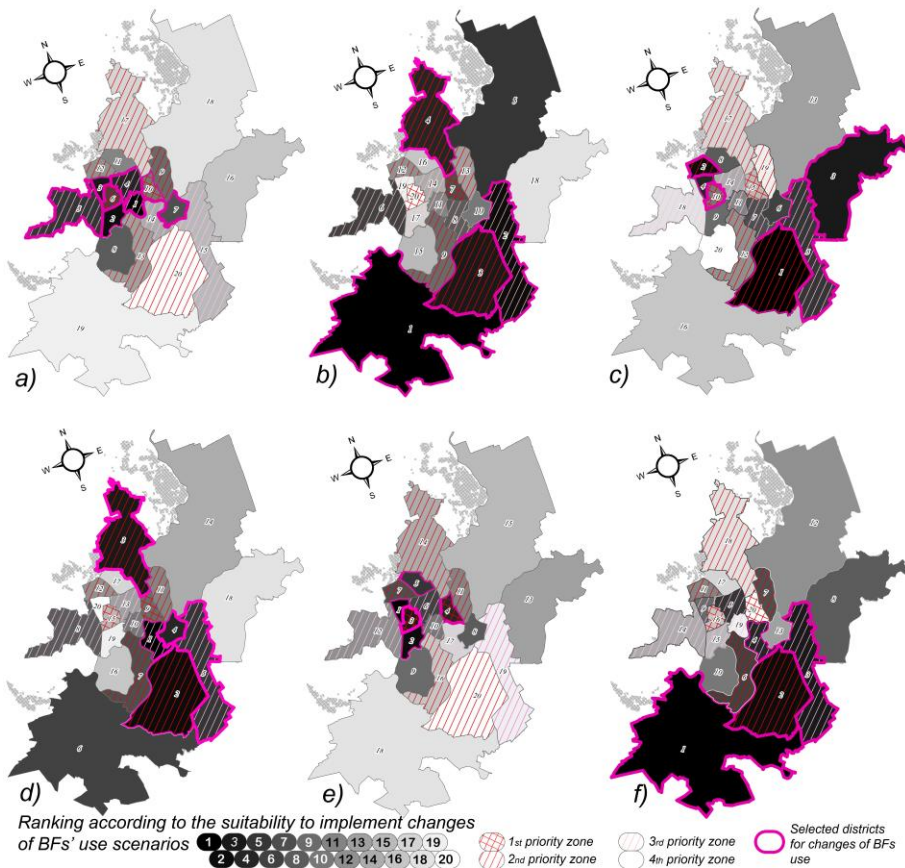


Fig. S.3.2. The implementation of the Strategy in different cases of scenarios T_i for changes in brownfield land purpose in Vilnius: a) to green area; b) to commercial area; c) to recreational activity area; d) to industrial area; e) to residential area; f) to city's land reserve (created by author)

BF changes in land purpose replacing BF areas with residential areas are directed towards north and north-east living areas that inherently have a large stacking rate. This scenario for changes in land purpose mostly fits social environmental parameters for

Justiniškės, Karoliniškės, Viršuliškės and Šnipiškės neighbourhoods. Based on the degree of priority, Viršuliškės and Šnipiškės neighbourhoods must be paid most attention. This solution shows that residential areas in Vilnius city must concentrate on the formation of separate territorial communities and maintain convenient transport with the city centre.

The conservation of BF areas for the strategic needs of the city in the future is based on the solution to the temporary expansion of the urban area in BF halt that was economically useless at the time of research and did not agree with the required criteria for urban expansion. Thus, it would be useful to postpone the processes of changes in land purpose due to a growth in the natural city infrastructure for the next 5–10 years. The made calculations have showed that Paneriai, Naujininkai and Rasos neighbourhoods closely correspond with this kind of expansion criteria.

For editing primary BF criterion values, potentials and goals of the scenario for changes in land purpose, the model for selecting the BF has been used in the thesis and can be worldwide applied for any metropolitan city having a high rate of the BF and seeking to accomplish the strategic goals of the city.

General conclusions

1. The analysis of research literature and regulations has faced the problem of the purposeful use of brownfields. The implementation of the solution for changes in the purpose brownfields is burdened by the uncertainty of the territories boundaries and the inaccurate methodology for defining the ambiguities of the concepts found in different sources. Thus, the possibilities of changes in the purpose of brownfields have been evaluated only in local cases. Taking into account the results of the conducted analysis, the definition and typology of the brownfield has been proposed.
2. The examination of definitions, management practice and recommendations for brownfields has been done in research literature and regulations and demonstrates that from 152 different criteria combined according to the meaning and impact of use, a hierarchical criterion system has been created. The system identifies 15 finite criteria, according to which brownfields must be evaluated.
3. The performed geostatistical analysis has demonstrated that the spread of brownfields differs from the officially published data. Depending on functional heterogeneity observed in the separate neighbourhoods of the city, the area of the brownfield may vary up to 40 times.
4. Following the calculations of the method for modified spatial correlation analysis, a causal relationship between the distribution of brownfields and the values of the criteria describing them in a neighborhood has been proved. The key factors contributing to the spread of brownfields have been identified. The made calculations have showed that the criteria for the social group ($R = 0,526$) can be characterized as those having the most significant causal relationship. Among them, the strongest correlation was established between the criteria for the unemployment rate ($R = 0,85$), the poverty rate ($R = 0,83$) and the level of crime in the neighbourhoods ($R = 0,83$).

5. The application of multi-attribute decision-making methods has identified individual criteria which help to make decision about implementation of different scenarios for changes in the purpose of BF areas. The calculations have demonstrated that the group of urban criteria had the strongest impact on decision making in order to change the purpose of brownfields ($\omega\% = 26.7\%$). When changing land purpose replacing BF areas with the residential area, criteria for the social group become the most important ($\omega\% = 34.08\%$).
6. By applying multi-attribute decision-making methods, a selection method was proposed to determine the most appropriate parts of the city for brownfield scenarios. The estimates defining the suitability of the scenario for changes in the purpose of the BF in the neighbourhood have been calculated. The research has disclosed that, in the case of changes in land purpose, when replacing brownfields with commercial areas in Vilnius city, Paneriai neighbourhood has been given the highest priority ($\omega = 0.577$), replacing brownfields with green areas, Zvėrynas neighbourhood appears in the best position ($\omega = 0.577$), replacing brownfields with the recreational area, Naujininkai neighbourhood goes first ($\omega = 0.486$), replacing brownfields for industrial purposes, Pilaitė neighbourhood is the leader ($\omega = 0.510$) and replacing brownfields with the residential area, Justiniškės neighbourhood is in the most favourable position ($\omega = 0.538$). Brownfield changes used for developing the urban reserve area should concentrate in Paneriai neighbourhood ($\omega = 0.589$). The purpose of primary and secondary multi-storey area development has been found to be replaced with that of the mixed multi-functional zones.
7. On the basis of the dissertation, a unique methodology for evaluating the abandonment of urban brownfield areas has been developed, which allows. By adjusting the initial values of the indicators and their possible change of destination scenarios, adjust the model of brownfield selection and apply it to selected city.

Priedai*

A priedas. Apleistų teritorijų automatizuotos klasterizacijos pagal apibrėžtus rodiklius algoritmo *Python* programinis kodas

B priedas. Apleistų teritorijų ankstyvųjų vertinimo rodiklių ekspertinio vertinimo rezultatai

C priedas. Apleistų teritorijų rodiklių ekspertų vertinimo duomenys prieš rezultatų korekciją

D priedas. Daugiarodiklių sprendimo priėmimo metodų vertinimo duomenys

E priedas. Autoriaus sąžiningumo deklaracija

F priedas. Bendraautorių sutikimai teikti publikacijose skelbtą medžiagą mokslo daktaro disertacijoje

G priedas. Autoriaus mokslinių publikacijų disertacijos tema kopijos

* Priedai pateikiami pridėtoje kompaktinėje plokštelėje.

Vytautas BIELINSKAS

MIESTO APLEISTŲ TERITORIJŲ PASKIRTIES
KEITIMO SCENARIJŲ VERTINIMAS DAUGIARODIKLIAIS
SPRENDIMŲ PRIĖMIMO METODAIS

Daktaro disertacija

Technologijos mokslai,
Statybos inžinerija (02T)

EVALUATION OF SCENARIOS FOR CHANGES
IN THE PURPOSE OF URBAN BROWNFIELDS APPLYING
MULTI-ATTRIBUTE DECISION MAKING METHODS

Doctoral Dissertation

Technological Sciences,
Civil Engineering (02T)

2019 01 07. 14,5 sp. I. tiražas 20 egz.
Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto
leidykla „Technika“,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius,
<http://leidykla.vgtu.lt>
Spausdino UAB „BMK leidykla“
A. Mickevičiaus g. 5, LT-08119, Vilnius.